# Beiträge zur Genetik des Weizens.

---

Inaugural-Dissertation

zur

**Erlangung der Doktorwürde**

der

hohen mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Georg August-Universität
zu Göttingen

vorgelegt von

**Konrad Meyer.**

1925.

Tag der mündlichen Prüfung: 28. Juli 1925.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

## Allgemeine Vorbemerkungen zur Versuchsanordnung und Methodik.

In vorliegender Arbeit handelt es sich um folgende Bastardierungen:

Heils roter glasiger Dickkopf ♀ × griechischer Sammetweizen ♂.
Hunters Winter-Kolbenweizen ♀ × australischer Bingel ♂.
Weißer Frankensteiner ♀ × Eckendorfer begrannter Dickkopf ♂.
Weißer Frankensteiner ♀ × roter Winter-Grannenspelz ♂.

Die genannten Sorten entstammen dem Demonstrationsgarten des landwirtschaftlichen Instituts für Pflanzenbau der Universität Göttingen und unterliegen einer dauernden Beobachtung und alljährlichen Auslese der besten Pflanzen zur Wiederaussaat. Es kann daher mit Homozygotie der Elternpflanzen gerechnet werden. Zur Bastardierung wurden von jeder Sorte durchschnittlich vier bis fünf Ähren ausgesucht. Es wurden nur die kräftigsten Ährchen aus dem mittleren Teile der als Mutter dienenden Ähren benutzt. Alle anderen Ährchen wurden vorsichtig entfernt, ebenso wurden von den stehengebliebenen Ährchen noch die mittleren Blüten ausgebrochen, so daß nur die beiden äußeren Blüten für die Bastardierung zur Verwendung kamen. Nach vorgenommener Kastration wurden die in dieser Weise vorbereiteten Ähren sofort durch Pergamin vor etwaiger Fremdbefruchtung geschützt. Die Übertragung des Pollens, die entweder am Tage der Kastration oder einen Tag später stattfand, geschah derart, daß vollreife, an ihrer gelben Farbe leicht erkennbare Staubbeutel vermittels einer Pinzette in die geöffneten Spelzen gelegt wurden. Nach dem

Belegen der Blüten blieben die Ähren weiterhin zum Schutz vor anderweitiger Bestäubung von Pergamin umhüllt. Nachdem die Entwicklung soweit fortgeschritten war, daß sich deutlich die Ausbildung eines Kornes erkennen ließ, wurde die Pergaminhülle durch einen leichten Gazebeutel ersetzt, der bis zur Ernte die Ähre vor Vogelfraß und sonstigen schädlichen Einflüssen schützte.

Die einzelnen Generationen wurden im Zuchtgarten des landwirtschaftlichen Instituts in der dort üblichen Anordnung ausgelegt — Reihenabstand 10 cm. Abstand der Pflanze innerhalb einer Reihe 20 cm. Zur Ausfüllung der Randreihen diente Göttinger begrannter Dickkopf. Während der Vegetationszeit wurden die Bestände ständig beobachtet und Verluste durch Auswintern oder sonstiges Ausgehen notiert. Um möglichst Standortsmodifikationen zu vermeiden, wurden im Frühjahr etwa entstandene Lücken innerhalb der Reihe durch Einsaat von Sommergerste oder Umpflanzen von dichter stehenden Pflänzchen derselben Nachkommenschaft ausgefüllt. Die Ernte geschah durch Ausziehen der Pflanze und Zusammenbinden der einzelnen Nachkommenschaft einer jeden Mutterpflanze. Daran schloß sich eine genaue Untersuchung im Ausleseraum auf Grund des im Zuchtbetrieb des landwirtschaftlichen Instituts für Pflanzenbau gebräuchlichen Schemas. Was den Anbau der $F_2$- und $F_3$-Generation betrifft, so wurde $F_2$ meist nach sämtlichen Körnern aus $F_1$ gezogen, während zur $F_3$ und $F_4$ Generation nur ein Teil der vorhergehenden Generation zur weiteren Aussaat benutzt wurde.

Da die vorliegenden Kreuzungen insbesondere der Beobachtung der Vererbungsweise der Ährenform dienen sollten, wurde vor allem bei der Aufarbeitung auf die die Ährenform bedingenden Faktoren, wie die Feststellung der Länge der Spindel, Länge der Spindelabsätze, Zahl, Anordnung und Stellung der Ährchen Gewicht gelegt. Zwecks möglichster Ausschaltung von Modifikationen bin ich bei den Messungen stets von der Pflanze als Einheit ausgegangen, indem ich das arithmetische Mittel aus den Messungen der einzelnen Halme berechnete. Bei der Feststellung der Beziehungen zwischen Ährchenzahl, Spindellänge und mittleren Ährchenabstand bin ich in einzelnen Fällen aus Mangel an Material von diesem Prinzip abgewichen. Als Ährendichte wird in dieser Arbeit der Quotient aus Ährenlänge und Ährchenzahl bezeichnet. Neben der Beobachtung der Ährenform fanden auch genaueste

Beachtung die Merkmale Begrannung, Behaarung, Farbe der Körner und Spelzen, ferner Halmlänge und Kornertrag. In bezug auf die Merkmale Begrannung und Behaarung möchte ich vorweg bemerken, daß in verschiedenem Grade Grannenlosigkeit und Behaarung prävalierte. Eine Abgrenzung der Heterozygoten von den Homozygoten war oft kaum möglich, so daß nur zwischen Begrannung und Grannenlosigkeit, ferner zwischen Behaarung und Glatt unterschieden werden mußte. Im allgemeinen hatten die heterozygot unbegrannten Individuen längere und stärkere Grannenspitzen als die Homozygoten. Ferner saßen die Grannenspitzen nicht nur an dem obersten Ährchen, wie das bei vielen unserer als unbegrannt bezeichneten Sorten der Fall ist, sondern waren bis zur Mitte der Spindel etwa anzutreffen, von der Spitze nach der Mitte zu kürzer werdend. In der Kreuzung Frankensteiner × Eckendorfer begrannter Dickkopf ist der Versuch einer Trennung in begrannte, mediäre und unbegrannte Typen gemacht worden. Ähnliche Schwierigkeiten wie die eben erwähnten boten sich bei der Untersuchung auf Korn- und Spelzenfarbe. Der Farbenbestimmung wurde die von Wilhelm Ostwald begründete Farblehre zugrundegelegt. Ich muß aber bemerken, daß selbst die Elternpflanzen hinsichtlich der Färbungen der Spelzen sowohl, als auch der Körner stark variierten und zwar innerhalb einer Vegetationszeit als auch ganz besonders im Vergleich mehrerer Jahre. So zeigt z. B. das Korn von Frankensteiner aus dem Erntejahre 1922 sehr helle Farbe (08 ga), das aus 1923 ist wesentlich dunkler, während das Erntejahr 1924 sich durch auffallend trübe Körner auszeichnet (08 gc). Es scheinen Witterung und sonstige äußere Einflüsse während der letzten Zeit der Reife besonders modifizierend auf die Ausprägung der Korn- und Spelzenfarbe zu wirken. Es zeigten sich bei den genaueren Untersuchungen der Korn- und Spelzenfarben die verschiedensten Grade der Farbenstärke, die zu analysieren zuweilen unmöglich war. Es wurde daher grundsätzlich unterschieden zwischen folgenden Kornfarben: hellgelb (08 ga—08 gc) Korn wie Frankensteiner; rotbraun (17 nc, 17 pc) gleich Korn wie roter Wintergrannenspelz; graubraun (13 lc) gleich Eckendorfer begrannter Dickkopf.

Was die zahlenmäßige Auswertung der Versuchsergebnisse anbetrifft, so habe ich im großen und ganzen die von Johannsen vorgeschlagenen Methoden der Biometrie und Variationsstatistik

angewandt. Um bei „alternativer Variabilität“ die gefundenen Zahlen auf die idealen Verhältnisse 3 : 1, 9 : 3 : 3 : 1, 15 : 1 usw. zurückzuführen, rechnete ich das beobachtete Zahlenmaterial auf die betreffende Kombinationszahl (K) um, wodurch sich sowohl die Relationszahlen der Beobachtung als auch die Größe der Abweichung (D) vom idealen Verhältnis ergab. Den mittleren Fehler ($m_K$) für die einzelnen Glieder (N) der idealen Reihe berechnete ich nach der Formel

$$m_K = \sqrt{\frac{N\,(K\text{-}N)}{n}}.$$

Die Werte für die Größe der Abweichung (D) dividierte ich durch den mittleren Fehler und bekam so miteinander vergleichbare Größen. Diese mit + oder — bezeichneten D : m-Werte — die Vorzeichen geben die Richtung der Abweichung wieder — beziehen sich im allgemeinen auf die Individuengruppe mit dem dominanten oder prävalierenden Merkmal. Zur Berechnung der Variabilitätsmasse benutzte ich folgende Formeln:

Streuung $\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma pa^2}{n} - b^2}$, wobei a = Anzahl der Spielräume von O-Punkt; p = die in den einzelnen Klassen vorkommenden Frequenzzahlen; b = Korrekturmaß bei der Berechnung des Mittelwerts (M).

Berechnung des Mittelwerts (M):

Der mittlere Fehler $m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

der Variationskoeffizient $v = \frac{100}{M} \cdot \sigma$

der Korrelationskoeffizient $r = \frac{\Sigma p\, a_x\, a_y - n b_x \cdot b_y}{n \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y}$ (BRAVAIS Formel).

Von den neueren Erscheinungen der Literatur über die genetischen Verhältnisse beim Weizen hat mir die vorzügliche Arbeit von BIRGER KAJANUS „genetische Untersuchungen am Weizen“ große Dienste geleistet und ich werde wiederholt in meinen Ausführungen auf diese Arbeit verweisen.

## Grundsätzliches zur Ährenform des Weizens.

Die Vererbung der Ährenform stand im Vordergrund der Beobachtungen. Wir wissen, daß das Merkmal Ährentyp sich

sehr kompliziert bei der Vererbung erweist und von mehreren Faktoren bedingt wird. Es sei mir daher erlaubt, einige Worte über die Ährenform, ihrer Entstehung und ihre morphologische Verschiedenheit voraus zu schicken.

Die ersten Untersuchungen finden wir bei Liebscher,[1]) Liebenberg[2]) und Edler.[3]) Ferner haben sich Ohlmer[4]) und Detzel[5]) mit der Bildung verschiedener Ährenformen beschäftigt. Die Ährenform wird bedingt

1. durch Ährendichte, das ist der Abstand zweier aufeinander folgender Ährchen (durch Millimeter ausgedrückt). Die Ährendichte wird bestimmt durch Länge der Spindel und Zahl der Ährchen. (Auch mittlerer Ährchenabstand genannt.)

2. durch Anordnung und Verteilung der Ährchen längs der Spindel,

3. durch die verschiedene Blütigkeit. Dieses Merkmal dient aber nur als besonderes Charakteristikum bei Gegenüberstellung von Tr. vulgare mit Tr. dicoccum oder monococcum.

Die Ährendichte gibt uns keinen genauen Aufschluß über die eigentliche Form der Ähre, ob z. B. Bingel-Kolben- oder Pyramidenform vorliegt, sondern nur über die Stellung der Ährchen zur Spindel, ob eng der Spindel anliegend oder abstehend wie bei den dichten kurzen Ähren. Es ist ja bekannt, daß die Ährchen zum Zwecke besseren Durchbrechens der Blattscheide beim Schossen das Bestreben haben, sich möglichst eng der Spindel anzuschließen. Es kommt dies besonders zum Ausdruck bei Spelta und anderen lockeren Formen in den an der Ansatzstelle der Ährchen sich befindenden Ausbiegungen der Spindel. Je kürzer die Ärchenabstände werden, also je dichter die Ährchen aufeinander folgen, in desto größerem Maße werden diese sich nach der Seite ausdehnen müssen. Auf diese Weise

---

[1]) Liebscher, Über Beziehungen, die zwischen Form und Qualität der Ähren von Squarhead-Weizen existieren. Landwirtschaftliche Presse 1890.

[2]) Liebenberg, Studien über den Weizen. Mitteilung zur Förderung des landw. Versuchswesens in Österreich 1893.

[3]) Edler, Ährenform des Squarehaed in ihrer Beziehung zur Ertragsfähigkeit verschiedener Zuchten. Illustr. landw. Presse 1903.

[4]) Ohlmer, Über Einfluß der Düngung und Bodenfeuchtigkeit bei gleichem Standraum auf Anlage der Ähre und Ausbildung der Kolbenform bei Göttinger begranntem Dickkopf.

[5]) Detzel, Über die Ährenformen des Weizens. Fühlings landw. Ztg. 1914.

entsteht aus der langen, schmalen, lockeren Form die kurze breite dichte. Man kann also, ganz allgemein gesprochen, damit rechnen, daß breite dichte Ähren einer Pflanze mit stärkerer Wachstumsenergie entspringen, als es bei den langen schmalen Ähren der Fall ist. Die Ährendichte bestimmt im wesentlichen die Breite der Ähre, während für die Ausprägung der äußeren Form noch die Anordnung der Ährchen im Verlaufe der Spindel in Frage kommt.

Die lange lockere Ähre zeichnet sich durch Ährchenabstände aus, die an der Basis kurz sind, dann bis zur Mitte rasch und nach der Spitze zu langsam zunehmen. Die meisten Ährchen befinden sich im unteren Teile der Ähre.

Bei der kurzen dichten Kolbenform finden wir genau die umgekehrten Verhältnisse, an der Basis die größten Ährchenabstände, die langsam nach der Mitte zu, dann schnell bis zur Spitze abnehmen. Die höchste Ährenzahl ist im oberen Teil der Ähre.

Zwischen diesen beiden Extremen befinden sich die verschiedensten Übergänge. DETZEL führt diese verschiedene Verteilung der Ähren längs der Spindel auf die Wachstumsverhältnisse der Spindel und die Wachstumsenergie des Halmes zurück. Er begründet dies mit folgenden Beobachtungen:

Der Entwicklungsgang der Ähre geht so vor sich, daß das unterste Ährchen zuerst angelegt ist. Die untersten Ährchen sind aber im allgemeinen nicht die am besten ausgebildeten, da die Zone des stärksten Wachstums nicht bei den zuerst angelegten, sondern nach der Mitte der Spindel zu liegt. Als Ursache dieses Zurückbleibens in der Entwicklung führt DETZEL die den Wachstumsdruck hemmende Wirkung der an der Spindelbasis fest ansitzenden embryonalen Blätter an, die in ihrem Grunde den Ährenembryo fest umklammern, während sie im oberen Teil bauchig auseinander gehen. Im mittleren Teil der Spindel ist die Entwicklung am weitesten voran. Dort sitzen auch die kräftigsten Ährchen. Die Ährchenabstände sind hier am weitesten auseinandergeschoben infolge des schnelleren Wachstums.

Neben diesem starken Auseinanderschieben der Ährchen im mittleren Teil der Spindel — Verhältnisse, wie wir sie in der typischen Form bei den lockeren Ähren haben — glaubt DETZEL eine

ähnliche Beeinflussung zur Bildung weiter Ährchenabstände durch die Basis der Spindel feststellen zu können, indem bei den lockeren Ähren, als auch besonders bei den Dickkopfformen der unterste Ährchenabstand stets größer war als die darauf folgenden. Detzel geht von der Annahme aus, daß „das Halmwachstum hier mitspielt, indem es auf die Spindel übergreift und das Auseinanderschieben der Ährchen von der Basis der Spindel aus veranlaßt. Auch die Ausbildung von Körnern in den untersten Ährchen bei den kräftigeren dichteren Ähren, was bei den lockeren nicht der Fall ist, berechtigt zu dieser Annahme". Eine solche durch hohe Wachstumsenergie des Halmes hervorgerufene Ährenform stellt die Kolben- und Keulenform des Squarehead dar. Es wird in diesem Fall die Zone stärksten Wachstums nach unten verschoben und nach der Spitze der Ähre stark abnehmen, erst langsam, dann schnell. Infolgedessen wird die Zahl der Ährchen im oberen Teil der Spindel am größten sein.

Für unsere Vererbungsversuche ist nun die Tatsache von großer Bedeutung, daß alle diese die Ährenform bestimmenden Faktoren durch die Außenbedingungen leicht modifizierbar sind. Wenn wir uns ferner vor Augen führen, daß der Grad der Modifizierbarkeit einer Eigenschaft, d. h. die Grenzen innerhalb derer eine Eigenschaft modifiziert werden kann, abhängt von ihrer räumlichen Ausdehnung, bezw. Größe, dann ergibt sich hieraus, daß die Veränderungen durch Modifikation bei den mittellangen, dichten bis mitteldichten am größten sein werden, da die „die Form bestimmenden Faktoren in ihrer mittleren Wirksamkeit sich hier treffen und deshalb gleich modifizierbar sind". Und in der Tat finden wir diese Annahme bestätigt, wenn wir nur einmal bei der Squarehead-Ährenform die große Neigung zum Variieren betrachten. Interessant sind die Beobachtungen Ohlmers über die Abhängigkeit der typischen Kolbenform des Squarehead vom Vorhandensein des Stickstoffs im Boden. Je mehr Stickstoff, desto kolbiger die Ähren, da ja die Wachstumsenergie höher ist. Bei Stickstoffmangel kann die Kolbenform verschwinden und die Ähren werden spitz. Diese Erscheinung zeigt sich bei vielen unserer Squarehead-Sorten, die auf ihnen nicht zusagenden Böden wachsen. Eine Entartung in der Art, daß die Kolben mehr oder weniger verloren gegangen waren, konnte ich auch bei dem im Demonstrationsgarten gebauten und als Elter in Kreuzung I be-

nutzten Heils roten glasigen Dickkopf beobachten. Ferner fand OHLMER Abnahme der Spindellänge bei steigender Bodenfeuchtigkeit, während die Ährchenzahl sich unter diesen Verhältnissen nicht verringert, sondern zunehmende Tendenz zeigt. Eine solche Veränderung muß wieder in der Verringerung des mittleren Ährchenabstandes und somit einer Verbreiterung der Ährenform zum Ausdruck kommen.

Aus dieser leichten Modifizierbarkeit der die Ährenform bestimmenden Faktoren ergibt sich die Schlußfolgerung, daß nur mit großer Vorsicht auf Grund des Phänotyps Rückschlüsse auf den Genotyp gezogen werden dürfen. Es wird durch diese Verquickung von Modifikation und erblicher Veranlagung die Anschaulichkeit und klare Erkenntnis der Spaltungserscheinungen außerordentlich erschwert.

Da, wie wir gesehen haben, die Anordnung und Stellung der Ährchen ganz verschieden ist, je nachdem wir es mit einer locker gebauten Ähre oder mit einer Dickkopfform zu tun haben, muß diese Verschiedenheit auch zum Ausdruck kommen, wenn man Spindellänge und Ährchenzahl oder mittleren Ährchenabstand mit Spindellänge und Ährchenzahl in Beziehung bringt und die gefundenen Korrelationskoeffizienten mit einander vergleicht.

Die Korrelation zwischen Spindellänge und Ährchenzahl ist bei dem lockeren schmalen Typ eine viel engere als bei dem breiten, kurzen und dichten Typ. Infolge des dichten Anliegens des Ährchens an die Spindel bei der locker gebauten Ähre muß die Zunahme eines Ährchens eine weit größere Verlängerung der Spindel zur Folge haben, als es z. B. beim Squarehead-Typ der Fall ist, wo alle Ährchen eine mehr oder weniger rechtwinklige Stellung zur Spindel einnehmen.

Bei Betrachtung der Korrelationstabellen, in denen der mittlere Ährchenabstand mit Spindellänge und Ährchenzahl in Beziehung gebracht ist, ergeben sich ähnliche Verhältnisse. Die Bedeutung der Ährchenzahl und Spindellänge für die Berechnung des mittleren Ährchenabstandes ist bei der langen lockeren Ähre eine ganz andere als bei der dichten. Bei der Langform wächst und fällt der mittlere Ährchenabstand mit zunehmender oder abnehmender Spindellänge. Die Zu- bezw. Abnahme der Ährchenzahl ist von geringerer Bedeutung, da Ährchen in relativ geringerer Zahl vorhanden sind und die lange Spindel stark variiert.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei den Kolbenformen. Hier haben Spindellänge und Ährchenzahl gleichen Anteil am Zustandekommen des mittleren Ährchenabstandes. Mit zunehmendem Ährchenabstand nimmt die Länge der Spindel zu, dagegen die Zahl der Ährchen ab. Es geht also mit zunehmender Spindellänge die Kolbenform verloren, um allmählich in die Parallele oder quadratische, oben mehr oder weniger zugespitzte Ährenform überzugehen.

In Form der Korrelationskoeffizienten ist uns ein Maßstab für die durchschnittliche Beschaffenheit und Gestalt der Ährenform gegeben; eine genaue Festlegung der Form, ob Squarehead oder Pyramide z. B., läßt die Darstellung natürlich nicht zu. Sie erschien mir jedoch als ein praktisches Mittel zur guten Erkenntnis dieser nicht leicht zu veranschaulichenden Zusammenhänge und geeignet, im Vergleich mit den Korrelationskoeffizienten der betreffenden Elternrassen ein annähernd genaues Bild zu bekommen über die in den Filial-Generationen auftretenden Ährenformen.

### Kreuzung I.

Heils roter glasiger Dickkopf ♀ × griechischer weißer Sammetweizen. ♂

Heils roter glasiger Dickkopf ♀: Ähre dicht und kurz (Spindellänge 7,8 cm, mittlerer Ährenabstand 3,42 mm). Ährenform gleichmäßig dick bis kolbenförmig. Besonders in der Ernte 1923 zeigte das Material eine geringe Ausprägung des Squarehead-Typus. Ich vermute Entartung und starke Modifikation. Ähre glatt und unbegrannt.

Griechischer weißer Sammetweizen ♂: Ähre lang und locker, (Spindellänge 11,41 cm, mittlerer Ährchenabstand 4,78 mm). Ährenform schmal, sich nach oben verjüngend. Ähre gleichmäßig behaart und begrannt.

Die Kreuzung wurde 1919 vorgenommen. Die $F_1$-Generation war intermediär. $F_3$ wurde nach 35, $F_4$ nach 11 Pflanzen gezogen. Spaltung trat auf in Bezug auf Ährentypus, Behaarung und Begrannung der Spelzen, ferner auf Kornfarbe. Untersucht wurde nur das Verhalten des Merkmals Ährentypus, ferner Behaarung und Begrannung nach Bastardierung.

## A. Ährentypus.

Die $F_1$-Pflanzen zeigten intermediären Charakter, waren mittellang, mitteldicht, hatten eine parallele, oben spitze Ährenform und erinnerten deutlich an den Typus des ♂.

$F_2$ ergab ein buntes Gemisch verschiedener Ährenformen, das ich nach gründlicher Betrachtung in folgende Gruppen zergliederte:

Gruppe I.: Ähre kurz und dicht. Ährenform gleichmäßig dick bis schwach kolbenförmig.

Gruppe II: mittellang, mitteldicht. Ährenform vorwiegend parallel, nach der Spitze zu schmaler werdend. Die schwach kolbigen Ähren treten nur noch in geringer Anzahl auf. Die Ährenform nähert sich mit zunehmender Spindellänge derjenigen vom griechischen weißen Sammetweizen ♂.

Gruppe III: Ähre lang, locker. Ährenform wie griechischer weißer Sammetweizen ♂. Ähre sich nach oben verjüngend. Typische Ährenformen des mütterlichen Elters zeigen nur drei Individuen in Gruppe II. Eine scharfe Grenze zwischen den einzelnen Gruppen nach diesen hier angeführten rein äußerlichen Gesichtspunkten zu ziehen, war nicht möglich, da Zwischenformen verschiedenster Art vorhanden waren. Daher wähle ich als meßbare Grundlage für diese Einteilung den mittleren Ährchenabstand, zumal in diesem Begriff sowohl Spindellänge als auch Ährchenzahl, also zwei der wichtigsten die Gestalt der Ähre bestimmenden Faktoren, enthalten sind. Es wurden die Mittelwerte der Eltern als Grenzpunkte herangezogen und wie folgt getrennt:

I. mittlerer Ährchenabstand: kleiner als 3,42 mm;

II. mittlerer Ährchenabstand zwischen 3,42 und 4,78 mm;

III. mittlerer Ährenabstand: größer als 4,78 mm.

Ich muß hierzu noch bemerken, daß eine Einteilung nach Spindellänge in gleicher Weise unter Zugrundelegung der elterlichen Ausmaße vorgenommen, fast dieselben Individuenzahlen in den einzelnen Gruppen ergibt. Es kann daher ohne Bedenken gruppiert werden:

Gruppe I: kurz, dicht; Gruppe II: mittellang, mitteldicht; Gruppe III: lang, locker.

Auf diese Gruppen verteilt, war der Verlauf der Spaltung in den Filialgenerationen folgender:

Gruppe I: Unter den kurzen, dichten Formen trat die typische Squarehead-Form von Heils rot. glas. Dickk. nur in der Nachkommenschaft einer Pflanze auf. Die Verteilung der Ährchen längs der Spindel war im allgemeinen gleichmäßig. Dieser gleichmäßig dicke Ährentypus vererbt sich durchweg in $F_3$ und $F_4$, indem in der Nachzucht nur dichte und mitteldichte Formen auftreten. Eine Ausnahmestellung nahm eine Pflanze (XVI/2) ein, in deren Nachkommenschaft neben zwei dichten Formen 24 locker-mitteldichte herausmendeln. Da diese Aufspaltung sich ähnlich verhält wie die Mehrzahl derjenigen in den Nachkommenschaften der mitteldichten aus Gruppe II, hielt ich XVI/2 für einen Abweicher eines im Genotyp mitteldichten Typus und schrieb sie der Gruppe II zu.

Gruppe II. Bei Betrachtung der mittellangen, mitteldichten Formen fand ich zunächst drei Individuen, die eine lockere Nachkommenschaft ergaben, weshalb ich sie für genotypisch locker hielt und diesen zuschrieb. In ihrer Erbanlage homozygot schienen 6 Individuen zu sein, da sie alle eine mitteldichte Nachkommenschaft hatten. Alle andern in $F_2$ zum Nachbau ausgelesenen Mutterpflanzen waren heterozygot, indem sie eine in dichte, mitteldichte und lockere Ährenform aufspaltende $F_3$-Generation ergaben. Eine Verschiedenheit in den Spaltungserscheinungen dieser Generation im Vergleich zu der vorhergehenden schien mir jedoch insofern vorzuliegen, als eine mehr oder weniger starke Verschiebung des mitteldichten Ährentypus in der Richtung zum lockeren Ährenbau stattgefunden hatte. Phänotypisch waren die intermediären von den lockeren schwer zu trennen, wohingegen die Bestimmung der nicht mehr spaltenden dichten Formen geringere Schwierigkeiten bot. Da leider bei Aufarbeitung der $F_3$-Generation Messungen der Spindellängen und Berechnungen des mittleren Ährchenabstandes nicht vorgenommen waren, wurde unterschieden zwischen dichten und mitteldichten-lockeren Formen. Fassen wir die Spaltungsbestände der heterozygot mitteldichten näher ins Auge, so läßt sich unterscheiden zwischen solchen Beständen, bei denen die dichten Formen in relativ sehr geringer Anzahl vorkommen, ferner solchen, die davon ungefähr $^1/_3$ der Gesamtzahl enthielten.

Die beiden Gruppen ergeben folgende Spaltung:

Tabelle 1.

| Nachkommenschaften | Spaltungsverhältnis | gefunden | | berechnet | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | locker-mitteldicht | dicht | locker-mitteldicht | dicht |
| a | 15:1 | 293 | 23 | 296 | 19,75 |
| b | 3:1 | 72 | 25 | 72,8 | 24,3 |

Ganz offenbar liegt in Tabelle 1 a Spaltung nach dem Verhältnis 15:1, in b 3:1 vor. Ich werde später bei der Besprechung der Genetik darauf zurückkommen.

Hervorzuheben ist noch die Tatsache, daß in dieser Gruppe II 4 $F_2$-Pflanzen Dickkopf-Ähren besaßen und daß jedoch keine von diesen Individuen ihren Kolbentypus vererbte. Diese Erscheinung spricht für die eingangs gemachten Ausführungen über die leichte Modifizierbarkeit der Kolbenformen durch äußere Faktoren.

Gruppe III. Die in $F_3$ verfolgten lockeren Typen der $F_2$-Generation vererben mit Ausnahme einer Pflanze (IV/2), die als Abweicher einer genotypisch mitteldichten Form zu werten ist, ihre Ährenform konstant. Es handelt sich hier um homozygot veranlagte Individuen. Die Gestalt der Ähre entspricht der langen schmalen Form des Sammetweizens.

Rückblickend auf die Ergebnisse kann trotz der Schwierigkeiten, die sich bei der Beobachtung der Vererbungsweise infolge plurifaktorieller Differenz ergeben — ein Fall, der hier unbedingt vorliegt — mit einiger Sicherheit gesagt werden, daß die Ährenform des griechischen weißen Sammetweizens überwiegt. Die Kolbigkeit ist fast gänzlich verloren gegangen und vereinzelt treten in $F_2$ bei drei Individuen und in $F_3$ ebenfalls bei drei Individuen an die mütterliche Stammform erinnernde Ähren auf. Die Rezessivität kommt am besten darin zum Ausdruck, daß die in $F_3$ und $F_4$ verfolgten dichten bis mitteldichten Typen ihren Ährenbau konstant vererben, ferner die heterozygoten intermediären aufspalten in lockere und dichte nach dem Verhältnis 15:1 und 3:1.

Zur weiteren Beweisführung der Dominanz oder Prävalenz des lockeren Ährentypus über den kurzen dichten führe ich die Korrelationskoeffizienten der gefundenen Beziehungen zwischen Spindellänge, Ährchenzahl und mittleren Ährchenabstand an

Tabelle 2.

| Bezeichnung | Beziehung mittl. Spindellänge — Ährchenzahl | Beziehung mittl. Ährchenabstand— Spindellänge | Beziehung mittl. Ährchenabstand— Ährchenzahl |
|---|---|---|---|
| Heils rot. glas. Dickkopfw. | r = + 0,1364 | r = + 0,657 | r = — 0,707 |
| Griech. weiß. Sammetw. | r = + 0,675 | r = + 0,558 | r = — 0,147 |
| Arithm. Mittel | M = + 0,4057 | M = + 0,6075 | M = — 0,427 |
| $F_2$: Nachkommensch. von | | | |
| Pflanze 1 . . . . | r = + 0,439 | r = + 0,429 | r = — 0,230 |
| Pflanze 2 . . . . | r = + 0,512 | r = + 0.746 | r = — 0,32 |
| Pflanze 3 . . . . | r = + 0,536 | r = + 0,66 | r = — 0,293 |
| Arithm. Mittel | M = + 0,496 | M = + 0,6117 | M = — 0,284 |

Ein Vergleich der Mittelwerte aus $F_2$ mit denen der Eltern zeigt ein deutliches Hinneigen zu den Korrelationskoeffizienten des Sammetweizens.

Diese hier gefundene Dominanz oder Prävalenz des schmalen lockeren Ährentypus stimmt mit den Erfahrungen Rimpaus[1]), Miczinskys[1])und Kajanus[1]) überein. Die Beobachtung Miczinskys vom Auftreten kolbiger Ähren in $F_1$, wenn Squarehead als Mutter benutzt ist, fand ich nicht bestätigt.

Ich gehe nun zur Besprechung der spezielleren Verhältnisse der Variabilität über. Für Spindellänge, Ährchenzahl und mittleren Ährchenabstand fand ich bei den Eltern und den $F_2$-Beständen Variabilitätsmasse, die in Tabelle 4 übersichtlich zusammen gestellt sind. Es bedarf wohl keiner besonderen Erwähnung, daß die für die Eltern aufgeführten Werte einem Material des Erntejahres der $F_2$-Generation entstammen.

Die arithmetischen Mittel für Spindellänge und mittleren Ährchenabstand der $F_2$-Bestände stimmen nicht ganz mit dem arithm. Mittel aus den elterlichen Ausmaßen überein. In beiden Fällen zeigt sich ein gewisser Ausschlag in der Richtung zum Sammetweizen. Auffallend ist ferner die niedrige absolute Ärchenzahl in $F_2$. Auf die mittlere Spindellänge bezogen, entfallen auf

[1]) Fruwirth, Handbuch der landw. Pflanzenzüchtung Bd. IV.

Tabelle 3.

| | Spindellänge | | | Ährchenzahl | | | mittl. Ährchenstar | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mittelwert (M) in cm und mittl. Fehler | Grenzwerte in cm | Variationskoeffizient v | M und mittl. Fehler | Grenzwert | v | M und mittl. Fehler | Grenzwerte |
| Heils rot. glas. Dickkopf . | 7,828 ± 0,094 | 6,5—9 | 6,8 | 22,97 ± 0,241 | 20—26 | 5,85 | 3,42 ± 0,046 | 2,7—4,1 |
| Griech. weiß. Sammetweizen . | 11,41 ± 0,119 | 9,5—15,5 | 10,25 | 23,95 ± 0,199 | 19—28 | 8,16 | 4,78 ± 0,054 | 4,3—6,1 |
| Arithmetisch. Mittel . . | 9,619 | | | 23,46 | | | 4,10 | |
| Nachkommenschaft der | | | | | | | | |
| Pflanze 1 . | 10,02 ± 0,157 | 6—13,5 | 14,8 | 22,619 ± 0,228 | 15—27 | 9,7 | 4,58 ± 0,065 | 3,0—5,9 |
| Pflanze 2 . | 9,473 ± 0,143 | 6—11,5 | 11,3 | 22,625 ± 0,188 | 19—26 | 6,24 | 4,18 ± 0,061 | 2,6—5,0 |
| Pflanze 3 . | 9,53 ± 0,176 | 7,5—13,5 | 11,25 | 22,293 ± 0,291 | 17—26 | 7,95 | 4,28 ± 0,074 | 3,6—5,5 |
| Arithmetisch. Mittel . . | 9,674 | | | 22,512 | | | 4,347 | |

eine Spindellänge von 1 cm in $F_2$ im Durchschnitt 2,33 Ährchen. Die in gleicher Weise für die Eltern berechnete relative Ährchenzahl beträgt 2,44. Es zeigt sich auch hier dieselbe Tendenz zum lockeren Typ.

Zur Vervollständigung der Darstellung führe ich noch die Variationsreihen der einzelnen Bestände für die Spindellänge und Ährchenzahl an.

Tabelle 4.

Spindellänge.

| Nachkommenschaft von | 6 | 6,5 | 7 | 7,5 | 8 | 8,5 | 9 | 9,5 | 10 | 10,5 | 11 | 11,5 | 12 | 12,5 | 13 | 13,5 | Summe | Mittel |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pflanze 1 | 1 | — | 2 | 3 | 10 | 9 | 10 | 16 | 8 | 8 | 5 | 10 | 4 | 4 | 2 | — | 92 | 10,02 |
| „ 2 | 1 | — | — | 2 | 7 | 7 | 17 | 3 | 9 | 4 | 5 | 1 | | | | | 56 | 9,47 |
| „ 3 | | | | 1 | 4 | 6 | 8 | 8 | 4 | 4 | — | — | — | 1 | 1 | | 37 | 9,53 |
| Summe | 2 | — | 2 | 6 | 21 | 22 | 35 | 27 | 21 | 16 | 10 | 11 | 4 | 5 | 3 | | 185 | 9,67 |

Tabelle 5.
Ährchenzahl.

| Nachkommenschaft von | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | Summe | Mittel |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pflanze 1 | | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 18 | 16 | 16 | 18 | 5 | 4 | 92 | 22,62 |
| „ 2 | | | | | | 6 | 3 | 11 | 12 | 16 | 4 | 4 | | 56 | 22,62 |
| „ 3 | | | | 1 | — | 5 | 3 | 5 | 12 | 5 | 4 | 2 | | 37 | 22,29 |
| Summe: | 1 | 1 | 3 | 3 | 14 | 11 | 34 | 40 | 37 | 26 | 11 | 4 | | 185 | 22,51 |

Die Variationsreihen sowohl für Spindellänge als auch Ährchenzahl stellen bei graphischer Darstellung Kurven dar, die der Quetelet'schen Zufallskurve nach Art binomialer Anordnung gleichen. Es liegt also im Hinblick auf die genotypische Veranlagung die Wirkungsweise kumulativ oder summativ wirksamer Faktoren vor. Ich werde zunächst versuchen, auf Grund der Spaltungserscheinungen in den verschiedenen Filialgenerationen einen Rückschluß auf die genetischen Verhältnisse für die Spindellänge zu ziehen. Es ist zunächst die Tatsache hervorzuheben, daß eine wesentliche Überschreitung des elterlichen Ausmaßes hinsichtlich der Spindellänge in den Aufspaltungsgenerationen nicht stattgefunden hat. Diese Erscheinung berechtigt zu der Annahme, daß die Verteilung der die Spindellänge bestimmenden Faktoren bei den Eltern derart ist, daß bei dem einen Elter alle kumulativen Faktoren vereint sind, bei dem andern dagegen fehlen. Es stimmt diese Annahme überein mit den Beobachtungen Nilson-Ehles, dem wir die Kenntnis der polymeren Aufspaltung verdanken, welche bewirkt, daß bei Kreuzung sehr verschiedener Formen, wie wir sie hier bei Squarehead und lockeren Weizen zweifellos vor uns haben, die Spaltung vorwiegend mediär werden muß. Die Variationsreihe, die wir für die Spindellänge erhalten haben (vgl. Tabelle 4), stellt also eine abgestufte Aufspaltung von dem einen Extrem, wo alle kumulativen Faktoren gleichzeitig vorhanden sind (Spindel sehr lang), bis zum Fehlen aller Faktoren (Spindel kurz) dar.

Die lange Spindel des Sammetweizens wird durch die Verlängerungsfaktoren $L_1$ und $L_2$, die gleichsinnig im abgestuften Ausmaß wirken, hervorgerufen, dann ist die kurze Spindel des Dickkopf durch das Fehlen dieser Faktoren bedingt. Die Erbformeln würden dann lauten:

$LL^{1})l_1l_1l_2l_2 \times LLL_1L_1L_2L_2$
Heils rot gl. Dick ♀. × griech. weiß. Sammetweizen ♂
$F_1$ : $LL\,L_1\,l_1\,L_2\,l_2$

$F_2$:

| kurz | mittellang in verschiedenster Ausprägung | locker |
|---|---|---|
| $1LLl_1l_1l_2l_2$ | $2LLl_1l_1L_2l_2$ | $1LLL_1L_1L_2L_2$ |
| | $1LLl_1l_1L_2L_2$ | |
| | $2LLL_1l_1l_2l_2$ | |
| | $4LLL_1l_1L_2l_2$ | |
| | $2LLL_1l_1L_2L_2$ | |
| | $1LLL_1L_1l_2l_2$ | |
| | $2LLL_1L_1L_2l_2$. | |

Es ergibt sich also eine lange Reihe von lang über mittellang bis kurz. In der Theorie müßten in $F_2$ entstehen: 1 Individuum wie ♀ : 14 mediär : 1 wie ♂. Natürlich wird man in der Praxis ein solch klares Spaltungsschema nicht finden, da modifizierende Einflüsse verschiedenster Art die Grenzen verwischen und den Phänotyp im weitgehensten Maße verändern können. Aus diesem Grunde ist zur Sicherstellung des Genotyps der Anbau der $F_3$- und $F_4$-Generation unbedingt erforderlich. Im folgenden habe ich den Versuch gemacht, die gefundenen Zahlen mit der theoretischen Annahme in Einklang zu bringen, ohne die schweren Bedenken, die sich aus oben geschilderten Gründen gegen eine solche Schematisierung anführen lassen, gänzlich zu übersehen. Es wurde wie folgt gruppiert:

Tabelle 6.

| Nachkommenschaft | Spindel < 7,8 cm (= ♀) | Spindel 7,8—11,4 cm | Spindel > 11,4 cm (= ♂ | Summe |
|---|---|---|---|---|
| Pflanze 1 . . . . . | 7 | 72 | 13 | 92 |
| Pflanze 2 . . . . . | 3 | 51 | 2 | 56 |
| Pflanze 3 . . . . . | 2 | 30 | 5 | 37 |
| Gefundene Zahlen . . . . . | 12 | 153 | 20 | 185 |
| Auf Kombinationszahl K = 16 bezogen | 1,039 | 13,25 | 1,74 | |
| Der mittlere Fehler m . . . . . | ± 0,285 | ± 0,388 | 0,285 | |
| Abreichung (D : m) . . . . . | + 0,133 | — 1,93 | + 2,6 | |

[1]) Ich gehe von der Anschauung aus, daß der lange Ährentyp nur 2 Verlängerungsfaktoren mehr enthält, nicht etwa daß der kurze Typ nun gar keine Faktoren für die Ausbildung der Spindellänge enthalte.

Wenn auch, wie aus der Tabelle hervorgeht, die gefundenen Zahlen nicht alle innerhalb der zulässigen Fehlergrenze liegen, so halte ich doch eine Übereinstimmung des gefundenen Zahlenverhältnisses mit der theoretischen Annahme für gewiß.

In diesem Zusammenhange komme ich auf die früher erwähnten in Tabelle 1 aufgeführten Spaltungsbestände der Gruppe II zurück. Die Bestände der Nachkommenschaften a stammen meines Erachtens von Individuen mit dem Genotyp LL $L_1$ $l_1$ $L_2$ $l_2$ und werden sich aus 15 lockermitteldichten (L L $L_1$ $L_1$ $L_2$ $L_2$ → LL $L_1$ $l_1$ $l_2$ $l_2$) : 1 dicht (LL $l_1$ $l_1$ $l_2$ $l_2$) zusammensetzen. Das Verhältnis 3 locker-mitteldicht : 1 dicht rührt von LL $l_1$ $l_1$ $L_2$ $l_2$ oder LL $L_1$ $l_1$ $l_2$ $l_2$-Typen her. (1 LL $l_1$ $l_1$ $L_1$ $L_1$ : 2 LL $l_1$ $l_1$ $L_2$ $l_2$ : 1 LL $l_1$ $l_1$ $l_2$ $l_2$.) Eine konstante mittellange Nachkommenschaft werden die Homozygoten LL $l_1$ $l_1$ $L_2$ $L_2$ und LL $L_1$ $L_1$ $l_2$ $l_2$ liefern, wie das tatsächlich bei einer Mehrzahl von Individuen beobachtet wurde.

Die genetischen Verhältnisse der Ährchenzahl zu untersuchen bietet besondere Schwierigkeiten. Diese beruhen meines Erachtens besonders darauf, daß die Ährchenzahl neben der großen Modifizierbarkeit durch äußere Einflüsse auch von der Länge der Spindel abhängig ist. Um ein Bild davon zu erhalten, ob eine Ähre viel oder wenig Ährchen besitzt, nützt uns die absolute Ährchenzahl nichts. So hat z. B. der lange lockere Sammetweizen eine höhere absolute Ährchenzahl als der Dickkopf ♀, obwohl im Verhältnis zu der Spindellänge letzterer bedeutend mehr Ährchen enthält. Wenn wir nun bei Betrachtung der Variationsreihe (Tabelle 5) transgressive Spaltung finden, so sagt uns diese Erscheinung weiter nichts, als daß neue Formen entstanden sind, deren Spindellänge die Grenzen der Eltern nicht überschreiten, die aber infolge einer geringeren Ährchenzahl locker gebaut sein müssen. Diese Tatsache bedeutet ein Aufhören oder eine Schwächung der bisherigen Beziehungen zwischen Spindellänge und Ährchenzahl, indem sich nun Ährchen finden mit der kurzen Spindellänge der ♀ und der niederen Ährchenzahl des ♂.

Im übrigen wird, mendelistisch betrachtet, die relative Ährchenzahl eine durch mehrere Faktoren bedingte Variationskurve ergeben, die der für die Spindellänge analog sein wird, da ja die Ährchenzahl mehr oder weniger den Veränderungen der Spindel folgt (vgl. Korrelationskoeffizienten Tabelle 2). Der Mittel-

wert einer solchen Kurve nahm, wie wir früher schon gesehen haben, eine gewisse Mittelstellung zwischen den betreffenden relativen Zahlen der Eltern mit einem deutlichen Ausschlag zur geringeren Ährchenzahl hin ein, so daß man auch hier ähnlich wie bei der Spindellänge einen höheren Einfluß des Sammetweizens anzunehmen berechtigt ist.

## B. Begrannung.

Die $F_1$-Bastarde waren grannenspitzig, worunter ich eine Mittelform zwischen begrannt und unbegrannt verstehe. Die grannenspitzigen Ährchen unterscheiden sich von solchen unbegrannten, die an den obersten Ährchen kurze Ansätze von Grannen tragen — wie das z. B. bei Heils rotem glas. Dickkopf ♀ und den meisten unserer unbegrannten Sqare head-Rassen der Fall ist — sowohl durch ihre kräftige Ausbildung der Grannenspitzen, als auch dadurch, daß diese bei Ährchen etwa in der Mitte der Spindel noch anzutreffen waren. Die Grenze zwischen halbbegrannt und unbegrannt war fließend, so daß, um Fehler zu vermeiden, in $F_2$ und $F_3$ nur in unbegrannt und begrannt getrennt, und zur ersten Gruppe auch der grannenspitzige Typ gerechnet wurde.

Die $F_2$-Generation ergab folgendes Bild:

Tabelle 7.

| | Unbegrannt | Begrannt | Summe | D : m |
|---|---|---|---|---|
| Gefundenes Verhältnis . . | 144 | 41 | 185 | + 0,865 |
| Auf K = 4 bezogen . . . | 3,11 : 0,88 | | | |
| mittlerer Fehler . . . . | ± 0,127 | | | |

Es liegt ganz offenbar das Verhältnis 3 : 1 vor. Ich schließe mich der jetzt immer mehr allgemein gewordenen Ansicht an, daß ein Hemmungsfaktor H das die Begrannung bewirkende Gen B, welches sowohl bei den begrannten als auch unbegrannten Formen vorhanden ist, in der Ausbildung der Grannen hemmt. Die intermediären grannenspitzigen Formen sind dann so zu erklären, daß bei den Heterozygoten infolge einschichtigen Vorhandenseins des Faktors H die hemmende Wirkung geschwächt ist.

Der Verlauf der Spaltung in der $F_2$- und $F_3$-Generation ist in folgender Übersicht zusammenfassend dargestellt:

Tabelle 8.

| Generation | Nachkommenschaften von Pflanzen | Nachkommenschaften Anzahl | unbegrannt | begrannt | Summe | D : m |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $F_2$ | — | | 144 | 41 | 185 | +0,865 |
| $F_3$ | 1 | 7 | 176 | 54 | 230 | +0,526 |
| | 2 | 3 | 81 | 28 | 109 | −0,180 |
| | 3 | 4 | 79 | 31 | 110 | −0,964 |
| Summe $F_3$ | | 14 | 336 | 113 | 449 | |

Wie aus der Zusammenstellung hervorgeht, finden wir auch in den Spaltungsbeständen der $F_3$-Generation gute Übereinstimmung mit dem Verhältnis 3 : 1. Wie zu erwarten war, gaben die in $F_2$ begrannten Pflanzen in $F_3$ eine begrannte Nachkommenschaft. Von den 19 unbegrannten in $F_2$ ausgelesenen Individuen erwiesen sich 14 als Hh, fünf als HH. Bei Berücksichtigung der geringen Individuenzahl ist diese Übereinstimmung mit dem idealen Verhältnis 2 : 1 zufriedenstellend.

Bevor ich die Ausführungen über die Vererbungsweise des Merkmals Begrannung schließe, möchte ich noch auf eine Erscheinung hinweisen, die Kajanus[1]) erwähnt und die ich auch bei einem großen Teil der hier aufgeführten Spaltungsbestände bestätigt fand, nämlich auf eine deutliche Verschiebung der Spaltungsverhältnisse zugunsten der unbegrannten Formen. Kajanus schreibt dem Faktor H eine Nebenwirkung derart zu, daß die Widerstandsfähigkeit oder Lebensenergie gefördert wird, während bei Fehlen des Hemmungsgens die Resistenz herabgesetzt und so der unbegrannte Typ in größerem Maße als der unbegrannte durch äußere Einflüsse dezimiert wird. Ich habe für alle Spaltungen die Abweichungen festgestellt und fand in $F_2$ in allen drei Beständen, in $F_3$ dagegen bei sieben eine positive Abweichung. Ob aber diese Tatsache genügen wird, auch in vorliegender Kreuzung eine physiologische Nebenwirkung im Sinne der Beobachtungen von Kajanus anzunehmen, scheint mir sehr fraglich, da in $F_3$ bei sechs Beständen eine umgekehrte Tendenz beobachtet werden konnte und ferner das Material für solche Untersuchungen nicht genügt.

## C. Behaarung.

Bei der Beurteilung der Behaarung wurden die einzelnen Intensitätsgrade unberücksichtigt gelassen und nur zwischen Behaart

[1]) B. Kajanus, Genetische Untersuchungen an Weizen.

und Glatt unterschieden. $F_1$ war behaart. $F_2$ zeigte folgende Spaltung:

Tabelle 9.

| | Behaart | Glatt | Summe | D : m |
|---|---|---|---|---|
| Gefunden . . . . . | 141 | 44 | 185 | + 0,394 |
| Auf K = 4 bezogen . . | 3,05 | 0,95 | | |

$m_K = \pm 0{,}127$.

Der Anbau der $F_3$-Generation geschah mit 19 behaarten und 16 glatten Pflanzen. Letztere ergaben sämtlich unbehaarte Nachkommen. Von den behaarten Individuen erwiesen sich 7 als heterozygot, indem sie aufspalteten in 167 beh. : 56 glatt. Dieses Verhältnis entspricht wie in der $F_2$-Generation ziemlich genau dem Schema der monohybriden Spaltung.

## D. Beziehung zwischen Behaarung und Begrannung.

Um etwa vorhandene genetische Beziehungen zwischen Behaarung und Begrannung zu ermitteln, machte ich folgende Zusammenstellung:

Tabelle 10.

| Nachkommenschaft | Unbegrannt | | Begrannt | | Summe |
|---|---|---|---|---|---|
| | Behaart | Glatt | Behaart | Glatt | |
| von Pflanze 1 . . . . | 52 | 19 | 18 | 3 | 92 |
| „ „ 2 . . . . | 36 | 8 | 7 | 5 | 56 |
| „ „ 3 . . . . | 23 | 6 | 5 | 3 | 37 |
| Summe | 111 | 33 | 30 | 11 | 185 |
| Auf K = 16 bezogen . | 9,6 | : 2,86 | : 2,6 | : 0,95 | |
| Die betr. mittl. Fehler . | ± 0,59 | ± 0,458 | ± 0,458 | ± 0,284 | |
| D : m-Werte . . . . | + 1,02 | — 0,306 | — 0,874 | — 0,176 | |

Wie aus der Zusammenstellung hervorgeht, scheint unabhängige Vererbung der Merkmale Unbegrannt und Behaart vorzuliegen trotz der großen Abweichungen bei den Gruppen Unbegrannt-Behaart und Begrannt-Behaart.

## E. Beziehung Begrannung-Ährentypus.

Im folgenden soll untersucht werden, ob das Merkmal Begrannung in irgend einer Beziehung zur Spindellänge und Ährchenzahl steht. Die Untersuchung bietet insofern Schwierigkeiten,

als beide genannten Eigenschaften des Ährentypus, wie wir bereits gesehen, von mehreren Faktoren bedingt sind. Ein klares Spaltungsschema ist daher nicht zu erwarten. Ich werde mich darauf beschränken, die Variationsreihen der unbegrannten und begrannten aufzuführen und einander gegenüberzustellen. Sie zeigen einen normalen Verlauf in der Verteilung der verschiedenen Werte für Spindellänge und Ährchenzahl. Die Kulminationspunkte liegen bei den unbegrannten als auch bei den begrannten Pflanzen innerhalb derselben Klassenintervalle. Hieraus ziehe ich den Schluß, daß freie Vererbung von Begrannung, Spindellänge und Ährchenzahl vorliegt.

Die Verteilung der Varianten auf die verschiedenen Klassen war folgende:

Tabelle 11.
Spindellänge in cm.

| | 6 | 6,5 | 7 | 7,5 | 8 | 8,5 | 9 | 9,5 | 10 | 10,5 | 11 | 11,5 | 12 | 12,5 | 13 | 13,5 | Se. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| annt | 1 | — | 1 | 5 | 16 | 16 | 27 | 21 | 17 | 13 | 9 | 8 | 4 | 5 | 1 | | 144 |
| nt | 1 | — | 1 | 1 | 5 | 6 | 8 | 6 | 4 | 3 | 1 | 3 | — | — | 2 | | 41 |
| mme | 2 | — | 2 | 6 | 21 | 22 | 35 | 27 | 21 | 16 | 10 | 11 | 4 | 5 | 3 | | 185 |

Tabelle 12.
Ährchenzahl.

| | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | Se. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| annt | 1 | 1 | 2 | 3 | 10 | 8 | 24 | 30 | 29 | 22 | 10 | 4 | | 144 |
| nt | | | 1 | — | 4 | 3 | 10 | 10 | 8 | 4 | 1 | — | | 41 |
| mme | 1 | 1 | 3 | 3 | 14 | 11 | 34 | 40 | 37 | 26 | 11 | 4 | | 185 |

## F. Beziehung, Behaarung-Ährentypus.

In derselben Weise, wie im letzten Abschnitt beschrieben, wurde das Material der $F_2$-Generation auf eine etwa vorhandene Korrelation zwischen Behaarung und Ährentypus untersucht. Wie aus den Tabellen 13 und 14 hervorgeht, wurde die Aufspaltung der Spindellänge und Ährchenzahl durch Behaart und Glatt in keiner Weise beeinflußt. Es liegt also offenbar unabhängige Vererbung vor.

Es wurden folgende Variationsreihen gefunden:

Tabelle 13.
Schädlinge in cm.

| 6 | 6,5 | 7 | 7,5 | 8 | 8,5 | 9 | 9,5 | 10 | 10,5 | 11 | 11,5 | 12 | 12,5 | 13 | 13,5 | Sa. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | — | 2 | 6 | 17 | 17 | 26 | 18 | 14 | 10 | 9 | 9 | 4 | 4 | 3 | | 141 |
| — | — | — | — | 4 | 5 | 9 | 9 | 7 | 6 | 1 | 2 | — | 1 | — | | 44 |
| 2 | — | 2 | 6 | 21 | 22 | 35 | 27 | 21 | 16 | 10 | 11 | 4 | 5 | 3 | | 185 |

Tabelle 14.

| | Ährchenzahl. | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | S |
| Behaart | 1 | — | 3 | 2 | 12 | 10 | 26 | 27 | 25 | 21 | 10 | 4 | | 1 |
| Glatt . . | — | 1 | — | 1 | 2 | 1 | 8 | 14 | 12 | 5 | 1 | — | | |
| Summe | 1 | 1 | 3 | 3 | 14 | 11 | 34 | 40 | 37 | 26 | 11 | 4 | | 1 |

Ähnliche Beobachtungen über das Fehlen von Beziehungen zwischen Behaarung und Ährentypus wurden neuerdings von J. DUCKARDT[1]) gemacht. Es handelte sich bei DUCKARDT um eine Kreuzung, die in ganz ähnlicher Weise wie die vorliegende zwischen einem Squarehead und einer lang lockeren Form vorgenommen war. Fürst Hatzfeld ♀ × Székacs (ungarischer Landweizen) ♂.

### Kreuzung II.

Hunters Winterkolbenweizen ♀ × australischer Bingel ♂.

Hunters Winterkolbenweizen ♀: Brauner Landweizen. Ähre mittellang (Spindellänge 9,3 cm) mitteldicht (mittlerer Ährchenbestand 4,38 mm), Ährenform parallel oder nach der Spitze zu schmäler werdend. Unbehaarte braune (nach Ostwald 13 ic—13 lc) Spelzen.

Australischer Bingel ♂. Ähre sehr kurz und gedrungen (Spindellänge 4,5 cm, mittlerer Ährchenbestand 2,16 mm) eine für Triticum compactum charakteristische Ährenform. Spelzen weiß, behaart.

Die Kreuzung wurde im Jahre 1920 ausgeführt. Die $F_1$-Generation zeigte die Dominanz der Bingelform mit dichter gelbbrauner behaarter Ähre.

Von 3 Individuen wurde eine spaltende $F_2$-Generation von 161 Pflanzen gezogen. Für $F_3$ wurden 11 Pflanzen ausgelesen, die eine Nachkommenschaft von insgesamt 244 Individuen ergaben.

Die Untersuchung der Vererbungsweise erstreckt sich auf Ährentypus, Spelzenfarbe und Behaarung. Bei der Auslese der Mutterpflanzen für die $F_2$-Generation wurden nur weiße unbehaarte Pflanzen, also solche mit den im allgemeinen rezessiven Merkmalen, berücksichtigt, da die Aufspaltung der Ährenform im Vordergrund der Untersuchung stand.

---

[1]) DUCKARDT, Dissert. Faktorenanalyse einer Weizenkreuzung. Berlin 1922.

## A. Ährentypus.

$F_1$ ist hinsichtlich der Spindellänge (= 6,56 cm) und des mittleren Ährchenabstandes (= 3,5 mm) intermediär. Die Ähre stellt eine lockere Compactumform dar, bei der die Anordnung der Ährchen längs der Spindel dieselbe war wie beim ♂, nur die einzelnen Ährchen mehr auseinandergezogen erschienen. Die Aufspaltung in $F_2$ ergab:

12 1 Compactum : 40 vulgare.

Es entspricht dieses Zahlenverhältnis ziemlich genau dem Spaltungsschema des Pisum-Typs bei monohybrider Bastardierung. Der Compactum-Typ dominiert also über vulgare. Da in dem von mir übernommenen Material Aufzeichnungen und nähere Angaben über die sicherlich verschiedene Ausprägung der Ährenform sowohl in der Compactum- als auch in der vulgare-Gruppe leider fehlten, muß ich mich auf diese kurze Angabe beschränken. Es wurden zum Anbau der $F_3$-Generation 9 Pflanzen mit Compactum-Habitus und 2 mit vulgare-Habitus ausgelegt.

Die in $F_3$ resultierenden Compactum-Formen konnte ich trennen in eigentliche Bingelformen und längliche lockere Bingel. Letztere hatten einen durchschnittlichen mittleren Ährchenabstand von 2,86 mm und eine Spindellänge von 5,64 cm. Sie stellten in verschiedener Ausprägung kolben- bezw. keulenförmige Ähren dar, die oft lebhaft an den Squarehead-Typus erinnerten.

Die Compactum-Ähren waren von vulgare dem Phänotyp nach scharf unterschieden, so daß die Gruppierung keine Schwierigkeiten bot. Schwieriger war die Unterscheidung innerhalb der Compactumgruppe zwischen den dichten und lockeren Bingel, da die Grenze zwischen diesen fließend war und neben den eigentlichen Compactum-Ähren des ♂ und den kolbenförmigen durch Bastardierung entstandenen die verschiedensten Zwischenformen beobachtet werden konnten.

Bei Untersuchung der Eltern fand ich folgende Werte für Spindellänge und mittleren Ährchenabstand:

Tabelle 15.

| | Spindellänge | | | mittl. Ährchenabstand | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mittelwert und mittl. Fehler | Grenzwerte cm | v | Mittelwert u. mittl. Fehler | Grenzwerte cm | v |
| Hunters W.-Kolbenweiz. | 9,304 ± 0,107 | 7,5—12 | 8,6 | 1,385 ± 0,045 | 3,5—5,5 | 7,8 |
| Austral. Bingel ♂ . . | 4,5 ± 0,087 | 3—5,5 | 11,3 | 2,165 ± 0,028 | 1,8—2,5 | 7,5 |

Die Aufspaltung in der $F_3$-Generation wird durch folgende Übersicht wiedergegeben:

Tabelle 16.

| Anzahl Nachkommenschaften | Compactum | | | | | | vulgare | | | Vermutlic Genotyp der Mutte pflanze |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Dichter Bingel wie ♂ | | | Lockerer Bingel | | | | | | |
| | Anzahl der Individuen | mittlere Spindellänge | mittlerer Ährchenabstd. | Anzahl der Individuen | mittlere Spindellänge | mittlerer Ährchenabstd. | Anzahl der Individuen | mittlere Spindellänge | mittlerer Ährchenabstd. | |
| Compactum: | | | | | | | | | | |
| 4 | 82 | 2,05 | 4,17 | — | — | — | — | — | — | CC LL $l_1$ $l_1$ |
| 3 | 50 | 2,21 | 4,22 | 20 | 2,91 | 5,62 | — | — | — | CC LL $L_1$ l |
| 2 | 26 | 2,04 | 4,18 | 9 | 2,78 | 5,67 | 12 | 4.39 | 9,14 | Cc LL $L_1$ $l_1$ |
| Vulgare: | | | | | | | | | | |
| 2 | — | — | — | — | — | — | 37 | 4,72 | 9,27 | cc LL $L_1$ $l_1$ |

Die Tabelle zeigt, daß die erste Gruppe eine konstante Nachkommenschaft mit typischem Compactum-Habitus ergibt, während die zweite neben dichten Bingel noch lockere Compactum-Ähren zeigt. Das Spaltungsverhältnis in diesen Beständen ist 50 dicht: 20 locker und läßt Aufspaltung nach 3 : 1 vermuten. Aus der 3. Gruppe mendeln in $F_3$ neben den beiden Typen der Compactum-Gruppe noch typische vulgare-Formen heraus. Die in $F_2$ aufgetretenen vulgare-Pflanzen der 4. Gruppe bleiben auch in $F_3$ konstant, indem sie eine Nachkommenschaft mit nur vulgare-Charakter ergeben.

Wenn es vielleicht als gewagt erscheinen mag, an Hand dieses geringen Materials und der mangelhaften Aufarbeitung der $F_2$-Generation, Rückschlüsse auf den inneren Erbwert und seine Vererbungsweise zu ziehen, so möchte ich mir doch erlauben, kurz anzuführen, in welcher Weise ich mir die in $F_3$ gefundenen Ergebnisse erklärt habe.

In Übereinstimmung mit den Beobachtungen von Nilson-Ehle-Kajanus und anderen Forschern nehme ich folgende Faktoren an: Der Compactum-Habitus wird durch einen Faktor C, der vulgare-Habitus durch das Fehlen dieses Faktors C bewirkt. Um die Zwischenformen zu erklären, ist noch mit dem Vorhandensein

eines oder mehrerer Verlängerungsfaktoren zu rechnen. Der Faktor C wirkt als Hemmungsfaktor und verhindert beim Bingel die Wirksamkeit der Längengene. In vorliegender Kreuzung scheint folgende Verteilung der Faktoren auf die Eltern vorzuliegen:

$$cc\,LL\,L_1\,L_1 \times CC\,LL\,l_1\,l_1$$

Hunters W.-Kolbenweizen ♀ Austral. Bingel ♂

$$F_1: Cc\,LL\,L_1\,l_1.$$

In der Theorie würden sich auf Grund dieser Vorstellung folgende Genotypen in $F_2$ ergeben:

| Compactum | vulgare |
|---|---|
| 1 $CC\,LL\,l_1\,l_1$ : 2 $CC\,LLL_1\,l_1$ : 1 $CC\,LLL_1\,L_1$ : 2 $Cc\,LL\,l_1\,l_1$ : 4 $Cc\,LLL_1\,l_1$ : 2 $Cc\,LL\,L_1\,L_1$ | : 1 $cc\,LL\,l_1\,l_1$ : 2 $cc\,LLL_1\,l_1$ : 1 $cc\,LLL_1\,L_1$ |
| → | dicht bis mitteldicht (wie ♀) |

Bingelform allmählich immer lockerer werdend.

Es ist schade, daß die Anzahl der lockeren Compactum-Formen in $F_2$ nicht sicher festgestellt ist. Man wäre im andern Falle in der Lage gewesen, auf die Valenz und Wirkungsweise des Compactum-Gens in den verschiedenen Kombinationen mit den Längengenen Rückschlüsse zu ziehen. Es ist von Wichtigkeit zu wissen, welcher Genotyp den kolbenförmigen und an Squarehead erinnernden Individuen zugrunde liegt oder bei welcher Gametenkombination — ganz abgesehen von äußeren modifizierenden Einflüssen — die Möglichkeit zur Bildung lockerer Compactum-Formen gegeben ist. Die $F_3$-Generation gibt uns in diesem Fall nur sehr notdürftig darüber Aufschluß, zumal die Anzahl der in $F_2$ ausgelesenen Mutterpflanzen sehr gering ist.

Die Pflanzen der 1. Gruppe sind offenbar homozygot. Die Werte für mittleren Ährchenabstand und Spindellänge stimmen gut überein mit denen des Compactum-Elters.

Die Pflanzen der 2. Gruppe scheinen $CCL_1\,l_1$-Genotypen zu sein. (Ich werde der Einfachheit halber das Längengen L in dem beide Eltern übereinstimmen, fortlassen.) Sie ergeben in $F_3$ eine Nachkommenschaft von 50 dicht ($= 1\,CCl_1\,l_1 : 2\,CCL_1\,l_1$) und 20 locker ($= CCL_1\,L_1$). Die gefundenen Zahlen liegen, auf das ideale Verhältnis 3 : 1 bezogen, innerhalb der zulässigen Fehlergrenze.

Die Pflanzen der 3. Gruppe sind heterozygot hinsichtlich des Faktors C.

Aller Wahrscheinlichkeit nach kommt ihnen der Erbwert $CcL_1l_1$ zu. Die genotypische Zusammensetzung ist also dieselbe wie in $F_1$ und es müßte sich in diesen Beständen dieselbe Aufspaltung zeigen wie nach dem Bastard. In der Tat resultiert 26 : 9 : 12, welches mit einem Spaltungsschema der Kombinationszahl 16 wie z. B. 9 : 3 : 4 auffallend übereinstimmt. Hiernach würden die beiden unterschiedenen Ährentypen der Compactum-Gruppe sich aus folgenden Genotypen zusammensetzen:

| Compactum | | vulgäre |
|---|---|---|
| dicht | locker | |
| 1 $CCl_1l_1$ | 2 $CcL_1L_1$ | 1 $ccl_1l_1$ |
| 2 $CCL_1l_1$ | 1 $CCL_1L_1$ | 2 $ccL_1l_1$ |
| 4 $CcL_1l_1$ | — | 1 $ccL_1L_1$ |
| 2 $Ccl_1l_1$ | — | — |
| 9 : | 3 : | 4 |

Es geht ferner hieraus hervor, daß bei einmaligem Vorhandensein des Compactum-Gens die hemmende Wirkung schwächer ist als bei den CC-Formen. Die Neukombination $CCL_1L_1$ scheint eine gewisse Verlängerung durch den neu hinzugekommenen Faktor $L_1$ erfahren zu haben.

Den Mutterpflanzen der 4. Gruppe fehlt das C-Gen, es können daher keine Compactum-Formen herausmendeln. Sie sind offenbar in bezug auf den Faktor $L_1$ heterozygot, denn die Grenzen für die Spindellänge und den mittleren Ährchenabstand liegen sehr weit auseinander; für Spindellänge 6,0—13,8 cm, für mittleren Ährchenabstand 3,1—6,0 mm. Diese große Variabilität in dem Bestand kommt am deutlichsten in dem auffallend großen Variabilitätskoeffizienten zum Ausdruck, die ich deswegen anführe: v für Spindellänge = 20,3, v für Ährchenabstand = 19,4. Die Nachkommenschaft wird sich offenbar zusammensetzen aus 1 $ccl_1l_1$ : 2 $ccL_1l_1$ : 1 $ccL_1L_1$.

## B. Behaarung.

$F_1$ war behaart. In $F_2$ zeigte sich folgendes Verhältnis: 120 behaart: 41 glatt. Diese Aufspaltung entspricht ziemlich genau der Vererbungsweise des Pisumtyps, so daß ein Gen für Behaarung angenommen werden kann.

In $F_3$ wurden keine behaarten Individuen mehr gefunden, da $F_3$ nur nach glatten gezogen war.

## C. Spelzenfarbe.

$F_1$ war braun; Farbton nach Ostwald: 13 ia—13 ic. Zur Bestimmung der Spelzenfarbe nach Ostwalds Farblehre möchte ich bemerken, daß die angeführten Farbtöne nur Anhaltspunkte für die verschiedenen Abstufungen der Spelzenfarbe sein können. Die gefundenen Spelzenfarben in ihrer Mannigfaltigkeit mit den Farben Ostwalds in Übereinstimmung zu bringen, war oft nicht möglich.

In $F_2$ ergab sich eine kontinuierliche Reihe der verschiedensten Abstufungen in der Ausprägung der Spelzenfarbe von der typischen Spelzenfarbe des Vaters (08 ga) bis zur intensiven Braunfärbung (13 lc). Von den 141 geernteten Pflanzen der $F_2$-Generation wurden 141 als braun, 20 als weiß-hellgelb bezeichnet. Daß diese Einteilung nicht den Anspruch auf Genauigkeit machen kann, beweist die Tatsache, daß von 11 ausgelegten dem Phänotyp nach weißen Pflanzen 5 davon durch $F_3$ als heterozygot sich auswiesen, deren Spaltungsverhältnis Tabelle 17 wiedergibt.

| Nachkommenschaft von Pfl. | braun-gelb 08 gc; 13 ia | weiß-hellgelb 08 ga | Summe |
|---|---|---|---|
| $a_1$ Reihe 33 . . . . . | 15 | 5 | 20 |
| $a_3$ „ 35 . . . . . | 24 | 11 | 35 |
| $b_2$ „ 37 . . . . . | 22 | 6 | 28 |
| $b_4$ „ 39 . . . . . | 18 | 5 | 23 |
| $b_6$ „ 41 . . . . . | 8 | ? | 8 |
| | 79[1]) | 27 | 106 |

Die Feststellung ist von großer Wichtigkeit, daß bei den in $F_3$ auftretenden braunspelzigen Individuen die Intensität der Braunfärbung deutlich geschwächt war. Die typische braune Spelzenfarbe, die wir bei Hunters Winter-Kolbenweizen vorfinden und die noch in $F_2$ beobachtet wurde, lag bei keiner der $F_3$-Pflanzen vor. An Stelle von braun fand ich eine zum Gelb neigende Übergangsform. Eine andere Beobachtung erwähne ich, die ich bei der Untersuchung der hellbraunen Individuen machen konnte; es zeigte sich bei diesen eine deutliche dunklere Zeichnung entlang den Rändern der Hüllspelzen und eine schwächere an den Deckspelzenrändern. Leider sind bei dem $F_2$-Material keine Beobachtungen hierüber gemacht. — Die hellbraune Farbe der in

[1]) Bestand $b_6$ 41 wurde nicht mitgerechnet, da keine weiße gefunden.

den Spaltungsbeständen auftretenden braunen Pflanzen lag nach Ostwalds Farbschule etwa zwischen 08 gc und 13 ia, wohingegen die weißen Pflanzen dieser Bestände und die konstant weißen Nachkommenschaften ($a_2$; $b_1$; $b_3$; $b_5$; $c_1$; $c_2$) der hellklaren Farbe 08 ga entsprachen.

Auf Grund dieser Beobachtungen rechne ich mit 2 Farbfaktoren, die in ihrer Wirksamkeit insofern verschieden sind, als dem Gen B die Hauptrolle bei der Ausbildung der braunen Spelzenfarbe zukommt, während $B_1$ als Nebenfaktor in der Hauptsache verstärkende Wirkung ausübt. Für sich allein, selbständig und getrennt von B, bewirkt $B_1$ jene schwach braune Färbung, die wir in $F_3$ fanden; auch schreibe ich der Wirksamkeit dieses Faktors die an dem hellbraunen Material der $F_3$-Generation beobachteten dunklen Striche an den Spelzrändern zu.

Auf diese Weise erklärt sich die auffallende Erscheinung, daß wir in $F_3$ in Nachkommenschaften weißer Pflanzen Aufspaltung fanden. Es handelte sich nicht um homozygot weiße ($bbb_1b_1$), sondern um Individuen, die hinsichtlich $B_1$ heterozygot waren ($bbB_1b_1$). Tatsächlich konnte in $F_3$, wo eine Untersuchung der Spelzenfarbe mit größter Sorgfalt vorgenommen wurde, in den Spaltungsbeständen dieser Heterozygoten eine prinzipielle Übereinstimmung mit dem Verhältnis 3 : 1 festgestellt werden: hellbraungelb : weiß = 79 : 27. Auf K = 4 bezogen bedeutet das ein Verhältnis von 2,98 : 1,02, also ziemlich gute Übereinstimmung mit der Theorie.

In diesem Zusammenhang erklärt sich auch die große + Abweichung (D : m = +3,24!) der weißen Individuen vom Spaltungsschema 15 : 1 in $F_2$ (141 braun : 20 weiß = 14,02 : 1,98).

Über das genetische Verhalten der Spelzenfarbe liegen die verschiedensten Angaben und Beobachtungen vor. In der Mehrzahl der Fälle kommen für die verschiedenen Spelzenfarben mehrere Faktoren in Betracht, die je nach der Rasse in ihrer Wertigkeit verschieden sein können; die dunkleren Spelzenfarben dominieren über die hellen. Von ähnlichen Beobachtungen, wie sie in vorliegender Kreuzung gemacht waren, berichtet auch Nilson-Ehle[1]), indem er bei tiefbraunen alten Landweizenrassen der Spelzenfarbe 2 Faktoren zuschreibt, ferner konnte er auch bei gewissen

[1]) Nilson-Ehle, Kreuzungsuntersuchung I.

Kombinationen weiß aussehende Spalter beobachten. Kajanus[1]) rechnet bei einigen Weizenrassen ebenfalls mit dem Vorhandensein eines Gens für hellbraune Färbung neben den anderen Genen der Spelzenfarbe. — Ferner erinnere ich an die Beobachtungen Kiehslings[2]), der zur Erklärung der vielen braunen Abstufungen und anscheinend aberranter Variationsverhältnisse mehrere Spurenfaktoren annimmt, die in ihrer Wirkung Hemmungsfaktoren vergleichbar sind. Ebenfalls muß die Theorie Nilson-Ehles von der modifizierenden, sekundären Nebenwirkung anderweitiger Faktoren in diesem Zusammenhang Erwähnung finden.

## D. Gegenseitige Beziehungen der untersuchten Merkmalspaare.

Gegenseitige Beziehungen zwischen Behaarung und Farbe sind des öfteren beobachtet worden. Beachtenswert sind die Angaben von Kajanus über seine Untersuchungen der korrelativen Zusammenhänge von Behaarung und Farbe. Henkemeyer[3]) vermutet Abstoßung zwischen den Genen der Behaarung und braunen Farbe, während neuerdings Möckel[4]) bei einer Kreuzung vulgare spelta, wo er ähnlich wie in vorliegender Kreuzung für Spelzenfarbe einen Hauptfaktor und einen sowohl kumulativ als auch selbständig wirkenden Nebenfaktor fand, Koppelung von behaart farbig und unbehaart weiß annimmt.

Ob auch in diesem Fall gegenseitige Beziehungen zwischen Behaarung und Spelzenfarbe bestehen, das festzustellen, wird infolge der ungenauen Gruppierung von braun : weiß einige Schwierigkeiten machen. Ich lege daher den folgenden Zusammenstellungen nicht das in $F_2$ gefundene Verhältnis von 141 braun : 20 weiß, sondern die durch die $F_3$-Nachzucht verbesserte Relation 146 braun : 15 weiß zugrunde.

### 1. Beziehung Behaarung-Spelzenfarbe.

Die gefundenen Zahlen liegen alle bis auf die für die glatten weißen Pflanzen ($D : m = + 2{,}22$) innerhalb der zulässigen Fehler-

[1]) Kajanus, Genetische Studien an Weizen.

[2]) Kiehsling, Landw. Jahrbücher aus Bayern 1914.

[3]) Henkemeyer, Dissertat. Untersuchungen von Spaltungen an Weizenbastarden.

[4]) Möckel, Dissertat. Über eine Weizen-Spelz-Kreuzung, Berlin 1922.

Tabelle 18.

| | Behaart | | Glatt | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | braun | weiß | braun | weiß | Summa |
| $F_2$ | 111 | 9 | 35 | 6 | 161 |
| ideales Verh. | 45 : | 3 : | 15 : | 1 | 64 |
| Auf K = 64 bezogen | 44,2 : | 3,58 : | 13,9 : | 2,39 | |
| Die betr. mittl. Fehler | ± 2,31 | ± 1,062 | ± 2,14 | ± 0,625 | |

grenze. Die positive Abweichung führe ich auf die schon erwähnte mangelhafte Sortierung der farbigen Pflanzen in $F_2$ zurück. Genetische Beziehungen zwischen den Erbfaktoren für Behaarung und Farbe liegen offenbar nicht vor, so daß die Merkmalspaare unabhängig voneinander vererben.

### 2. Beziehung Ährentypus-Behaarung.

$F_2$ verteilte sich in folgender Weise:

Tabelle 19.

| | Compactum | | vulgare | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | behaart | glatt | behaart | glatt | Summa |
| $F_2$ | 91 | 30 | 29 | 11 | 161 |
| ideal. Verh. | 9 : | 3 : | 3 : | 1 | 16 |
| Auf K = 16 bezogen | 9,05 : | 2,98 : | 2,88 : | 1,09 | |
| die betr. mittl. Fehler | ± 0,625 | ± 0,491 | ± 0,491 | ± 0,305 | |

Auch in diesem Falle findet freie Vererbung statt.

### 3. Beziehung Ährentypus-Spelzenfarbe.

Es ist zu erwarten, daß diese Merkmalspaare in keinerlei korrelativen Zusammenhang stehen, nachdem bereits freie, voneinander unabhängige Vererbung von Spelzenfarbe und Behaarung, ferner Ährentypus und Behaarung nachgewiesen ist. Tatsächlich zeigt die Tabelle 20 gute prinzipielle Übereinstimmung mit dem theoretischen Verhältnis 45 : 3 : 15 : 1.

Tabelle 20.

| | Compactum | | vulgare | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | braun | weiß | braun | weiß | Summa |
| $F_2$ | 111 | 10 | 35 | 5 | 161 |
| ideal Verh. | 45 : | 3 : | 15 : | 1 | 64 |
| auf K = 64 bezogen | 43,5 | 3,92 | 13,72 | 1,96 | |
| $m_K$: | ± 2,31 | ± 1,062 | ± 2,14 | ± 0,625 | |

Zytologisch ausgedrückt bedeuten diese Ergebnisse, daß die Gene für Ährentypus, Behaarung und Spelzenfarbe in verschiedenen Chromosomen liegen.

## Kreuzung III.

Weißer Frankensteiner ♀ × Eckendorfer begrannter Dickkopf ♂.

Weißer Frankensteiner ♀: Ähre lang (Spindellänge 11,9 cm) locker (mittlerer Ährchenabstand 5,3 mm), Ährenform langgestreckt, schmal nach oben sich verjüngend. Unbegrannt. Korn blaßgelb (08 ga—08 gc). Schlesischer Landweizen, der außerhalb der Heimat seinen Typ ändert. Halm lang, nicht lagerfest. Halmlänge unterliegt ebenfalls sehr großen Schwankungen.

Eckendorfer begrannter Dickkopf ♂: Ähre kurz (Spindellänge 8,6 cm), dicht (mittlerer Ährchenabstand 3,75 mm), Ährenform gedrungen kolbig bis keulenförmig, typische Squarehead-Form. Starke Grannen. Kornfarbe braun (13 lc). Halm kurz und steif.

Die Kreuzung wurde 1921 an 6 Pflanzen vorgenommen. Die $F_1$-Generation hatte mitteldichte, mittellange Ähren mit kurzen Grannenansätzen. Es wurde Aufspaltung hinsichtlich des Ährentypus, der Begrannung und der Kornfarbe beobachtet und näher untersucht. Untersuchungen über die Länge des Halmes und den Bau desselben, ferner über Kornertrag führten zu keinem sicheren Ergebnis, da diese Merkmale zu stark modifiziert waren.

Die $F_2$-Generation bestand aus 34 Pflanzen, von denen 20 zum Weiteranbau der $F_3$ ausgelegt wurden und eine Nachkommenschaft von insgesamt 932 Individuen ergaben. Die Bestände beider Generationen wurden auf das Genaueste untersucht.

### A. Ährentypus.

$F_1$ war intermediär (Spindellänge 10,5 cm, mittlerer Ährchenabstand 4,4 mm) und hatte eine gleichdichte, parallele, oben spitze Ährenform.

Obwohl $F_2$ nur aus einer geringen Anzahl Individuen bestand, so war doch deutlich Serienaufspaltung mit allen Zwischen- und Übergangsformen vom dichten bis lockeren Ährentypus zu erkennen. Die typische Dickkopfform des Eckendorfer begrannten Dickkopf ♂ wurde nur bei einer Pflanze (25/16) beobachtet, die sich auch in $F_3$ vererbte. Bei einigen Individuen fand ich eine Ährenform mit Anlage zum Dickkopf vor. Als solche bezeichne ich Ähren mit kurzer bis mittellanger Spindel, deren Ährchenabstände nach oben zu sich etwas verringern. Duckardt[1]) führte für diesen Zustand

[1]) Duckardt, Diss. Faktorenanalyse einer Weizenkreuzung.

den Namen „Enddichter“ im Gegensatz zu „Endweiter und Gleichdichte“ ein. Eine Trennung der Enddichter von den Gleichdichten war sehr schwierig, da fließende Grenze und sogar verschiedene Ausprägung dieser Formen innerhalb derselben Pflanze beobachtet werden konnte. Leider genügt das Material in $F_2$ nicht zu exakten zahlenmäßigen Untersuchungen. Eine Vererbung dieses enddichten Typs konnte in $F_3$ nicht festgestellt werden. Die in $F_3$ auftretenden Individuen mit Anlage zum Dickkopf traten spontan auf in den Nachkommenschaften dichter und mitteldichter Mutterpflanzen. Wir werden hierauf noch später näher einzugehen haben.

Die überwiegende Mehrzahl der Individuen des $F_2$-Bestandes hatte gleichdichte Ähren. Der gleichdichte Ährentypus zeichnet sich durch mittellange Spindel, gleichmäßigen und guten Besatz aus. Die Ährenform stellt die Gestalt eines mehr oder weniger langgestreckten Prismas mit parallel verlaufenden Seiten und quadratischem Querschnitt dar. Mit zunehmender Spindellänge und sich vergrößernden Spindelabsätzen geht diese gleichdichte parallele Form über in die Spitze, nach oben schmaler werdende, um dann schließlich die lange schmale Ährenform des Frankensteiners, dessen Ährchenabstände nach der Spitze zu sich erweitern, anzunehmen. Die Breite der Ähre ist umgekehrt proportional der Spindellänge und des mittleren Ährchenabstandes, wie bereits in den eingangs gemachten Ausführungen über „Grundsätzliches zur Ährenform“ hervorgehoben wurde.

In $F_3$ wurden irgendwelche Neuheiten in der Ährenform nicht gefunden, es wurde daher, wie in $F_2$ unterschieden: Dickkopfform (nur in R. 144), Anlage zum Dickkopf, Gleichdichte und lang lockere Formen (wie ♀). Noch mehr als in $F_2$ war der intermediäre gleichdichte Ährentypus vorherrschend.

Die wechselnden Formen der Ähre standen, wie schon angedeutet, im großen und ganzen in deutlicher Beziehung zur Ährendichte, indem die im oberen Teile schmaleren Ähren locker, die gleichmäßig dicken mitteldicht, die kolbenförmigen dicht bis mitteldicht waren. Aus diesem Grunde habe ich ähnlich wie in Kreuzung I zur meßanalytischen Behandlung und Bestimmung der Ährenform vorwiegend Spindellänge und mittleren Ährchenabstand berücksichtigt. In gleicher Weise wurden als Norm die

elterlichen Ausmaße für Spindellänge und Ährendichte zugrunde gelegt, die in Tabelle 21 aufgeführt sind.

Tabelle 21.

| | Spindellänge | | | mittl. Ährchenabstand | | | Ährchenzahl | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mittelwert u. mittlere Fehler | Grenzwerte in cm | v | Mittelwert u. mittl. Fehler | Grenzwerte in cm | v | Mittelwert u. mittl. Fehler | Grenzwerte in cm | v |
| Franken- | | | | | | | | | |
| ner ♀ | | | | | | | | | |
| 1923. . | 11,91 ± 0,303 | 8—15,5 | 13,4 | 5,37 ± 0,087 | 4,4—6,1 | 8,55 | 22,2 ± 0,413 | 17—27 | 9,83 |
| 924. . | 9,79 ± 0,191 | 8—11,5 | 8,36 | 4,75 ± 0,023 | 4,1—5,7 | 5,5 | 20,6 | | |
| ndorfer | | | | | | | | | |
| Dickk. ♂ | | | | | | | | | |
| 1923 . | 8,6 ± 0,107 | 7—10 | 7,26 | 3,75 ± 0,06 | 3,0—4,8 | 9,34 | 23,03 ± 0,29 | 19—27 | 7,48 |
| 1924 . | 8,10 ± 0,16 | 6,5—9,5 | 8,2 | 3,75 ± 0,055 | 3,1—4,7 | 8,46 | 21,6 | | |
| . Mittel | | | | | | | | | |
| n Werten | | | | | | | | | |
| und ♂. | | | | | | | | | |
| 1923 . | 10,25 | | | 4,506 | | | 22,6 | | |
| 1924 . | 8,9 | | | 4,235 | | | 21,1 | | |
| 3) . . | 10,38 ± 0,318 | 7,0—14 | 13,4 | 4,41 ± 0,102 | | 13,5 | 23,5 ± 0,43 | 17—27 | 10,7 |

Ein Vergleich der $F_2$-Werte mit dem arithmetischen Mittel aus den elterlichen Werten desselben Erntejahres zeigt intermediäre Stellung der Mittelwerte der $F_2$-Generation. Besonders gute Übereinstimmung zeigt sich bei einer Gegenüberstellung der relativen Ährchenzahlen; das arithmetische Mittel aus den relativen Zahlen für den Frankensteiner und Eckendorfer begr. Dickkopf beträgt 2,28, der Mittelwert des $F_2$-Bestandes ist 2,27.

Ein anschauliches Bild von der intermediären Vererbungsweise bekommen wir auch bei Betrachtung der korrelativen Zusammenhänge zwischen Spindellänge und Ährchenzahl. Diese gegenseitigen Beziehungen, wie wir sie bei den Eltern und der $F_2$-Generation finden, werden durch die betreffenden Korrelationskoeffizienten und die Regression in nachstehender Tabelle wiedergegeben.

Tabelle 22.

| | Beziehung Spindellänge-Ährenzahl | Regression: Mit Zunahme eines Ährchens wächst d. Spindel an um (in cm) |
|---|---|---|
| Weißer Frankensteiner . | $r = +0{,}762$ | 0,502 |
| Eckendorf. begr. Dickk. . | $\mathbf{r = +0{,}031}$ | **0,042** |
| Arithm. Mittel. . . . | 0,386 | 0,272 |
| $F_2$ . . . . . | $r = +0{,}50$ | 0,28 |

Wir sehen also, daß bei Zunahme der Ähre um ein Ährchen die Spindel mit derselben Intensität anwächst, wie es geschehen würde bei Inkrafttreten der aus beiden Eltern als Mittel berechneten Regression.

Bevor ich zur Besprechung der spezielleren Verhältnisse der Variabilität übergehe, möchte ich kurz noch einige Bemerkungen über den Verlauf der Spaltung in $F_2$ und $F_3$ machen. Ich verweise zu diesem Zweck auf die Tabelle 23. Die Einteilung geschah nach den oben erwähnten Grundsätzen. Ich füge noch hinzu, daß auch hier, wie in Kreuzung I der Begriff kurz (8,6 cm) sich vollkommen deckt mit dicht (3,75 mm) und ebenso lang (11,9 cm) mit locker (5,37 mm). Die einzelnen Mutterpflanzen sind in die Gruppen I, II und III so eingefügt, wie ihrer genetischen Zusammensetzung auf Grund der Nachkommenschaftsprüfung entspricht. Es ergibt sich für die 20 ausgelesenen Individuen, die nunmehr durch die $F_3$-Analyse in bezug auf ihren Genotyp sichergestellt sind, folgendes Bild:

Tabelle 23.

| Spindellänge | $< 8{,}6$ cm | 8,6 — 11,9 | $> 11{,}9$ cm |
|---|---|---|---|
| mittl. Ährchenabstand | $< 3{,}75$ mm | 3,75 — 5,37 | $> 5{,}37$ mm |
| | 2 | 16 | 2 |
| Auf K = 16 bezogen | 1,6 : | 12,8 : | 1,6 |
| $M_K$ : | $\pm 0{,}865$ | $\pm 1{,}18$ | $\pm 0{,}865$ |

Für die Beurteilung der Nachkommen in $F_3$ wurden natürlich die vergleichenden Elternmaße desselben Vegetationsjahres wie $F_3$ (1924) herangezogen. Diese unterscheiden sich von den Mittelwerten des Erntejahres 1923 vor allem durch eine geringere Spindellänge beider Eltern (Frankenst. 1923: 11,9 1924: 1924: 9,8 cm; Eckendorfer begrannter Dickkop 1923: 8,6, 8,1 cm) und geringere Ährendichte des Frankensteiners. (1923: 5,37, 1924: 4,75 mm).

Bei Betrachtung der Variationsreihen für Spindellänge, Ährchenzahl und Ährendichte aus dem $F_2$-Bestande, finden wir in allen

drei Tabellen eine nur geringe Übereinstimmung mit der den Exponenten des Binoms $(a + b)^n$ entsprechenden idealen Zahlenreihe. Ich führe diese Abweichung auf die geringe Individuenzahl zurück. Der Beweis, daß auch bei dieser Kreuzung im Hinblick auf die genotypische Veranlagung dieser Merkmale die Wirkungsweise mehrerer Faktoren vorliegt, wird durch die Darstellung der Variabilitätsverhältnisse in $F_3$ erbracht, wo wir deutlich binomiale Anordnung der Varianten erkennen können. Um Wiederholungen zu vermeiden, führe ich in Tabelle 27 nur die Variationsreihen für den mittleren Ährchenbestand auf, da in dieser Größe zugleich Spindellänge und Ährchenzahl Berücksichtigung finden.

Tabelle 24.
Spindellänge in $F_2$:

| 7 | 7,5 | 8 | 8,5 | 9 | 9,5 | 10 | 10,5 | 11 | 11,5 | 12 | 12,5 | 13 | 13,5 | 14 | Se. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | | 3 | 3 | 1 | 2 | — | 8 | 2 | 6 | — | 3 | — | 1 | 3 | 34 |

Tabelle 25.
Ährchenzahl in $F_2$:

| 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 26 | Summe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 4 | 4 | 9 | 7 | 4 | 2 | | 34 |

Tabelle 26.
Mittlerer Ährchenabstand in $F_2$:

| 3,5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 4,0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 5,0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Sa. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 3 | 2 | — | 2 | | 2 | 2 | — | 3 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 34 |

Aus der Tabelle 27 sehen wir deutlich an den verschiedenen Mittelwerten, besonders in der Gruppe II die verschiedenen Abstufungen der Ährendichte und Spindellänge von dicht-kurz bis locker-lang. Der Generalmittelwert der Gruppe II (4,21 mm bezw. 8,88 cm) berechnet aus den Mittelwerten der einzelnen Nachkommenschaften, stimmt genau überein mit dem arithmetischen Mittel aus den betreffenden Elternbeständen. Ferner erkennen wir an dem durchschnittlich höheren Variationskoeffizienten (v) dieser Gruppe II den vorwiegend heterozygoten Charakter derselben. Die Variationsgrenzen, innerhalb derer die Eltern variieren, wurden bei Gruppe I und III nicht überschritten. In Gruppe II findet transgressive Spaltung in den Beständen 145 a, 141 und 146 statt. Ob aber diese als erhebliche Verstärkungsneuheit oder als Modifikationserscheinung zu erklären ist, kann

nicht festgestellt werden. Ich neige der Ansicht zu, daß im Falle kumulativer Wirkung durch gleichsinnige Faktoren eine Transgression über die Form des Frankensteiners hinaus deutlicher hätte in Erscheinung treten müssen und halte diese auffallend lockeren Typen für Modifikationen. Somit ergibt sich sowohl für mittleren Ährchenbestand als auch für die Spindellänge intermediäre Aufspaltung innerhalb der elterlichen Ausmaße. Was die Vererbung der Ährchenzahl angeht, verweise ich auf die in Kreuzung I und die im Anschluß an die Besprechung der Tabelle 21 gemachten Ausführungen. Wenn wir uns nun vor Augen halten, daß von den 20 verfolgten $F_2$-Pflanzen sich im Genotyp 2 als kurz, dicht, 16 als intermediär und 2 als lang, locker auswiesen, so liegt die Vermutung sehr nahe, daß für die Spindellänge dieselben Längengene in Frage kommen, wie wir sie bereits beim Sammetweizen vorfanden. Hinsichtlich der Ausbildung der äußeren Ährenform scheint allerdings der Einfluß des Eckendorfer begrannter Dickkopf stärker zu sein als bei dem Squarehead der Kreuzung I. Während dort in den Filialgenerationen der mitteldichte bis lockere, in der äußeren Gestalt der Ähre dem Sammetweizen ähnliche, Ährentypus vorherrschend war, fanden wir in vorliegender Kreuzung im Vordergrund stehend den gleichmäßig dicken, parallelen oben mehr oder weniger spitzen Typ.

Bevor ich meine Ausführungen über die Vererbung des Ährentypus schließe, muß ich noch kurz auf die in $F_3$ resultierenden Dickkopfformen und Enddichter eingehen. In Tabelle 27 sind die Bestände, in denen diese Formen vorkommen, mit $\times$ bezeichnet. Die Mutterpflanze von R 144 zeigte schon Squareheadform, so daß wir es hier also aller Wahrscheinlichkeit nach mit erblicher Veranlagung zu tun haben. Alle anderen Pflanzen mit Anlage zum Dickkopf traten spontan auf als Nachkommen dichter und mitteldichter Individuen. Die Enddichter und Gleichdichten der Bestände 151 und 141 wurden hinsichtlich Spindellänge und Ährchenzahl gegenüber gestellt und bei der Messung ergaben sich für Spindellänge und Ährchenzahl folgende Mittelwerte:

| | Gleichdichte | Enddichter |
|---|---|---|
| Spindellänge . . . . . | 9,35 (7—13,0)[1]) | 9,18 (7—10,5) |
| Ährchenzahl . . . . . | 20,8 (18—24) | 21,5 (19—24) |

[1]) Die Zahlen in ( ) geben die Variationsgrenzen an.

Tabelle 27.

| Bezeichnung | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,7 | 3,8 | 3,9 | 4,0 | 4,1 | 4,2 | 4,3 | 4,4 | 4,5 | 4,6 | 4,7 | 4,8 | 4,9 | 5,0 | 5,1 | 5,2 | 5,3 | 5,4 | 5,5 | 5,6 | 5,7 | 5,8 | 5,9 | 6,0 | 6,1 | Summe | Gesamtmittel M | Gesamtmittel v | Gesamtmittel für Spindellänge |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Reihe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25/16 144 | [1]) 1 | 1 | — | 1 | 1 | 1 | — | 1 (alles Square head wie ♂) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 6 | 3,38 | 6,9 | 7,7 |
| 25/15 138/39 | [1]) 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 5 | 3 | — | — | — | 2 | 1 | (2 Enddichter) | | | | | | | | | | | | | | | | 38 | 3,74 | 8,69 | 7,99 |
| Gruppe I | 3 | 2 | 1 | 2 | 4 | 5 | 4 | 6 | 6 | 5 | 3 | — | — | — | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 44 | 3,506 | 7,79 | 7,89 |
| 25/7 156 | | | 1 | — | 2 | 1 | 6 | 3 | 2 | — | 2 | — | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 19 | 3,76 | 6,7 | 8,12 |
| 25/13 136/37 | 1 | 1 | 2 | — | 2 | 3 | 4 | 4 | 6 | 6 | 7 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 38 | 3,8 | 7,5 | 8,25 |
| 25/4 154 | | | 2 | 1 | 1 | 1 | — | 3 | 2 | 1 | 3 | — | 2 | 1 | — | 1 | — | — | — | 2 | | | | | | | | | | | | | 20 | 3,96 | 12,1 | 9,24 |
| 25/5 155 | | | 2 | — | 2 | — | — | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | — | 3 | — | 1 | — | — | 1 | | | | | | | | | | | | | | 18 | 4,0 | 10,1 | 8,78 |
| 25/2 149/50 | | 1 | 1 | 2 | 1 | — | 2 | — | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 | 2 | — | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 29 | 4,0 | 9,89 | 8,20 |
| 25/9 152/53 | | | | | | | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | — | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | 32 | 4,05 | 8,71 | 8,59 |
| 25/1 147/48 | | | | | | | 4 | 1 | 2 | 4 | 12 | 4 | 2 | 2 | 4 | — | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 36 | 4,07 | 6,0 | 8,58 |
| 25/3 151 | [1]) (7 Enddichter) | | | | | | | 1 | 3 | 3 | 2 | 5 | 6 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 26 | 4,18 | 6,16 | 8,82 |
| 25/21 145 a | | | | | | 1 | — | 1 | 1 | 1 | — | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 | 13 | 4,33 | 13,75 | 9,1 |
| 25/12 135 | | | | | | | | 1 | 2 | — | 6 | 4 | 2 | 5 | 3 | 2 | — | 2 | 1 | — | 2 | | | | | | | | | | | | 30 | 4,35 | 7,56 | 8,87 |
| 25/23 133 | | | | | 1 | 1 | — | — | 4 | 4 | 1 | 3 | — | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | | | | | | | | | | | 32 | 4,36 | 9,42 | 8,55 |
| 25/25 141 | [1]) (14 Enddichter) | | | | | | | 1 | — | 1 | — | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 1 | — | 1 | — | — | — | — | 1 | — | — | 1 | — | — | 1 | | | 20 | 4,53 | 10,04 | 9,64 |
| 25/31 146 | | | | | | | | | | | 3 | 2 | 4 | 2 | — | 1 | 3 | — | 1 | 1 | 2 | — | — | — | — | — | — | — | 1 | | | 20 | 4,53 | 6,95 | 9,65 |
| 25/17 140 | | | | 1 | — | — | — | 1 | — | — | — | 1 | 1 | — | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | 1 | | | | | 12 | 4,58 | 8,9 | 9,52 |
| 25/19 131 | | | | | | | | | | | | | 2 | 8 | 4 | 1 | 5 | 1 | 3 | 1 | 4 | 2 | | | | | | | | | | 31 | 4,66 | 6,1 | 9,18 |
| 25/26 145 b | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 (nicht verrechnet, da nur eine Pflanze) | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 4,58 | ? | 9,52 |
| Gruppe II | 1 | 2 | 8 | 4 | 9 | 7 | 19 | 21 | 30 | 29 | 43 | 32 | 35 | 35 | 21 | 16 | 19 | 7 | 11 | 8 | 11 | 3 | — | 1 | — | — | 2 | — | 1 | 1 | 1 | 377 | 4,21 | 8,7 | 8,88 |
| 25/24 134 | | | | | | | | | | | | | 2 | — | 3 | 1 | 2 | 4 | — | 2 | 2 | 3 | — | — | — | 1 | | | | | | 20 | 4,81 | 6,5 | 10,3 |
| 25/22 132 | | | | | | | | | | | | | 2 | 1 | — | — | 1 | — | 1 | 8 | 2 | 2 | 1 | — | — | — | 2 | | | | | 20 | 4,94 | 6,6 | 10,56 |
| Gruppe III | | | | | | | | | | | | | 4 | 1 | 3 | 1 | 3 | 4 | 1 | 10 | 4 | 5 | 1 | — | — | 1 | 2 | | | | | 40 | 4,87 | 6,55 | 10,43 |

Gruppe I. Ährendichte < 3,75 mm
Spindel < 8,1 cm

Gruppe II. Ährendichte 3,75—4,75 mm
Spindel 8,1—9,79 cm

Gruppe III.
Ährendichte < 4,75 mm
Spindel < 9,79 cm

[1]) vergleiche S. 36.

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß die Enddichter von den Gleichdichten sich durch kürzere Spindel und höhere absolute Ährchenzahl auszeichnen. Die Variationskurven greifen aber weit ineinander über und es ist keine Grenze zu ziehen, von der ab die eine oder andere Form auftreten muß. Diese Tatsache, ferner das spontane Auftreten der enddichteren Ähren, die innerhalb derselben Pflanze noch verschieden sein können, deuten darauf hin, daß an der Bildung solcher Formen äußere Faktoren während der Vegetationszeit beteiligt sein müssen. Ich habe bereits in den einleitenden Ausführungen auf die verschiedenen äußeren Einflüsse, die auf die Ausbildung der Dickkopf- und Enddichterform einwirken können, aufmerksam gemacht. Nach alledem ist die Vererbung der Dickkopfform noch nicht völlig geklärt, ebenso wie über die Frage der Entstehung und Herkunft des Squarehead noch keine gänzliche Klarheit herrscht. Wie dem auch sei, glaube ich annehmen zu können, daß wir es in dieser Kreuzung bei den Enddichtern mit gewissen Erbfaktoren zu tun haben, die vom ♂ stammen und geeignet sind, unter besonderen äußeren Bedingungen direkt oder indirekt eine Ausprägung der kolbigen Ähre zu bewirken. Es wäre doch denkbar, daß z. B. die Anlage für hohe Wachstumsenergie, der Detzel[1]) entscheidenden Einfluß auf die Bildung von Dickkopfformen zuschreibt, durch mehrere Erbfaktoren bedingt ist, deren Verhalten nach Bastardierung, ähnlich wie bei den meisten physiologischen Eigenschaften, infolge unklarer Spaltungsverhältnisse zu erkennen, Schwierigkeiten bereitet.

## B. Begrannung.

Der $F_1$-Bastard war intermediär, indem er kurze Ansätze von Grannen trug. Diese waren ungefähr von der Spitze bis zur Mitte der Ähre anzutreffen, während die kurzen Grannenspitzen, die wir beim Frankensteiner beobachten können, nur an den obersten Ährchen saßen.

Bei der Untersuchung der $F_2$-Generation wurde wie in Kreuzung I verfahren, indem nur zwischen begrannten und unbegrannten Formen getrennt wurde, so daß die Pflanzen mit heterozygoter Anlage für Begrannung als unbegrannt galten. In

[1]) Detzel, Über Ährenformen des Weizens. Fühlings landw. Zeitung 1914.

$F_3$ wurde der Versuch gemacht in Vollbegrannt, Halb- und Unbegrannt zu trennen.

Die $F_2$-Generation ergab: 25 unbegrannt : 9 begrannt. Auf $K = 4$ bezogen, entspricht dies dem Verhältnis 2,94 : 1,06. Diese Zahlen liegen innerhalb des mittleren Fehlers $m_K = \pm 0{,}296$.

Es liegt also offenbar Spaltung nach dem Verhältnis 3 : 1 vor. Für den Anbau der $F_3$-Generation wurden 7 begrannte und 13 unbegrannte Pflanzen benutzt, wie die Übersicht auf der folgenden Seite zeigt. Die begrannten Individuen vererbten ihre rezessive Eigenschaft konstant. Von den willkürlich herausgegriffenen 13 unbegrannten Pflanzen erwiesen sich 9 heterozygot, 4 homozygot veranlagt, was ziemlich genau mit dem theoretischen Verhältnis 2 : 1 übereinstimmt. Die Aufspaltung der Heterozygoten in $F_3$ ergibt ein Verhältnis von 50 unbegrannt : 114 halbbegrannt : 61 begrannt mit einem mittleren Fehler von $m_K = + 0{,}116 : 0{,}133 : 0{,}116$. Die Übereinstimmung mit dem Verhältnis 1 : 2 : 1 ist nicht zu verkennen. Es läßt sich also bei eingehender Untersuchung des Phänotyps eine Unterscheidung von homozygot Unbegrannt (BBHH), heterozygot Unbegrannt (BBHh) und heterozygot Begrannt (BBhh) sehr wohl treffen und es findet Vererbung nach dem Zeatyp statt. Die intermediären Formen sind so zu erklären, daß bei einmaligem Vorhandensein die Wirkung des Hemmungsfaktors H geschwächt ist.

## C. Kornfarbe.

Nach Ostwalds Farblehre liegt die Kornfarbe des Frankensteiners zwischen 08ga — 08gc (= hellgelb), die des Eckendorfer ist 13lc (braun). Über das Aussehen der $F_1$-Körner fehlen leider nähere Angaben, doch ist auf Grund der Aufspaltung in $F_2$ mit schwachbrauner Farbe zu rechnen. In $F_2$ resultierten 26 braun : 8 hellgelb. Dieses Verhältnis deutet auf unifaktorielle Differenz hin. Ich nehme ein Gen R für Ausbildung der braunen Farbe an. Eine Unterscheidung der RR- von den Rr-Typen war nicht möglich, zumal die verschiedensten Ausprägungen der hellgelben und braunen Farbe, wahrscheinlich infolge leichter Modifizierbarkeit, beobachtet werden konnten. Zum Anbau der $F_3$-Generation wurden 5 hellgelbe und 15 braunkörnige Individuen benutzt. Die hellen blieben auch in $F_3$ konstant, während von den braunkörnigen Pflanzen 6 homozygot RR schienen, 9 dagegen

aufspalteten. Die Aufspaltung der Heterozygoten ergab in $F_3$ 204 RR und Rr : 61 rr. Dies entspricht, auf das Verhältnis 3 : 1 bezogen, einer Relation von 3,08 : 0,921. Die Abweichungen vom idealen Verhältnis liegen innerhalb des mittleren Fehlers ($m_K = \pm 0{,}1065$).

### Kreuzung IV.

Weißer Frankensteiner ♀ × roter Winter-Grannenspelz ♂.

Weißer Frankensteiner: s. Kreuzung III.

Roter Winter-Grannenspelz. Ähre sehr locker (mittlerer Ährchenabstand 6,54 mm), sehr lang, Spindellänge 14,18 cm. Spindel sehr zerbrechlich und sehr fester Spelzenschluß. Starke Kielung der Spelzen. Spelzen begrannt und blaßbraun. (13 ic — 13 lc) Kornfarbe rotbraun. (12 nc — 17 nc — 17 pc).

Die Kreuzung wurde 1921 an zehn Ähren vom weißen Frankensteiner vorgenommen. In $F_2$ erfolgte Aufspaltung in bezug auf Ährentypus (wozu ich Kielung und Geschlossenheit der Spelzen rechne), ferner Spelzenfarbe und Begrannung und Kornfarbe. $F_2$ bestand aus 61 Individuen, von denen fünfzig zur $F_3$-Generation benutzt wurden.

#### A. Ährentypus.

Die $F_1$-Pflanzen hatten Spelta-Habitus. Sie hatten lange und lockere Ähren, die sich nach der Spitze zu verjüngten. Was Kielung der Spelzen und fester Spelzenschluß anbetrifft, so war die Ausbildung dieser Merkmale nicht so ausgeprägt wie bei dem Vater.

In $F_2$ trat eine weite Aufspaltung auf vom typischen Spelz bis zur vulgare-Form. Dazwischen befanden sich die verschiedensten Übergangsformen, solche, bei denen der Spelta-Charakter überwiegt, ferner solche, die intermediäre vulgare-Formen darzustellen schienen. Fester Spelzenschluß, Kielung und Aussehen der Hüllspelzen stand in fester Korrelation zu den anderen Merkmalen des Spelta. Aus diesem Grunde betrachtete ich diese Eigenschaften als zum Spelta-Habitus gehörig und habe sie nicht einer gesonderten Untersuchung unterzogen, zumal eine Klassifizierung z. B. des Spelzenschlusses oder der Brüchigkeit der Spindel wegen der schwierigen Feststellung der Festigkeits- bezw.

Brüchigkeitsgrade unmöglich war. Die in $F_2$ und $F_3$ vorkommenden Ährentypen konnten in folgende Gruppen eingeteilt werden:

Kontinuierliche Aufspaltung von typisch Spelta (I) bis typisch vulgare (III)

I. Spelta. Ähre sehr lang und locker, und nach oben sich verjüngend, wie ♂. Ährchen dicht an der Spindel anliegend. Spindel sehr zerbrechlich. Fester Spelzenschluß, stark gekielte Spelzen. Hüllspelzen quer abgestutzt. Rückenkiel endigt in einem stumpfen Zahn. Korn dreikantig.

II. Intermediär

a) Speltoid: Ähre lang bis mitteldicht und nicht so schmal infolge der etwas gesperrteren Stellung der Ährchen zur Spindel. Spindel noch zerbrechlich. Kielung ähnlich wie bei I. Rückenkiel hat nicht den stumpfen Zahn, sondern letzterer ist stärker, länger und etwas nach innen gebogen. Spelzenschluß ziemlich fest. In einigen Fällen erinnern die Ähren schon stark an vulgare.

b) halb-vulgare: Ähre lang bis mittellang, locker bis mitteldicht, Ährenform gleichmäßig dick mit parallel verlaufenden Seiten, oben spitz oder länger und schmaler wie bei der Ähre des Frankensteiners. Kielung der Spelzen schwächer. Zahn nach innen gebogen; Spelzenschluß sehr verschieden, aber nicht mehr so fest wie bei I und IIa. Korn gleich dem vulgare.

III. vulgare.

a) Langform. Dieser Name dient als Sammelbegriff für gleichmäßig dick oben zugespitzt oder nach oben sich mehr oder weniger verjüngende Ährenformen. Spindel lang, mittellang und kurz. Spelzenschluß, Aussehen der Spelzen wie bei ♀.

b) Kolbenform. Ähnelt dem Squarehead-Typus. Ausprägung der Form variiert stark, so daß neben typischen Keulenformen auch mitteldichte, schwachkolbige zu finden waren. Ährchenabstand nach der Spitze zu enger werdend. Spindel mittellang bis kurz. Diese Ährenform wurde in $F_3$ beobachtet.

Die hier gegebene Bestimmung der Typen soll nur als Anhaltspunkt dienen; in Wirklichkeit war keine so scharfe Abgrenzung, wie sie hier gegeben ist, möglich, da die einzelnen

Gruppen infolge fließender Grenzen ineinander übergehen. Besondere Schwierigkeiten bot die Unterscheidung der Gruppen I und IIa, ferner IIa und IIb, wohingegen die Trennung der vollvulgare-Formen von den Gruppen I und II mit Leichtigkeit vorgenommen werden konnte.

Eine nach diesen Gesichtspunkten vorgenommene Gruppierug in $F_2$ ergab folgendes Bild:

Tabelle 28:

| Bestand | Spelta und Speltoid | vulgare | Summe |
|---|---|---|---|
| 14 | 14 | 5 | 19 |
| 15 | 16 | 2 | 18 |
| 17 | 17 | 7 | 24 |
| | 47 | 14 | 61 |

Wegen der großen Ähnlichkeit der Ährentypen I und IIa und unseres mangelhaften Unterscheidungsvermögens führe ich in Tabelle 29 die Genotypen an, soweit sie für die in $F_3$ verfolgten $F_2$-Pflanzen sichergestellt sind. Die erbliche Veranlagung der Mutterpflanzen für die $F_3$-Generation geht aus folgender Tabelle hervor:

| | homozygot Spelta SS | heterozygot Spelta Ss | homozygot vulgare ss | Summe |
|---|---|---|---|---|
| 14 | 7 | 5 | 4 | 16 |
| 15 | 4 | 11 | 1 | 16 |
| 17 | 2 | 9 | 7 | 18 |
| | 13 | 25 | 12 | 50 |
| | 1 : | 2 : | 1 | |

Für den Spelta-Habitus nehme ich ein Gen S an. Der Spelta-Habitus dominiert über vulgare. Die Valenz des Faktors S scheint verschieden zu sein. Bei hoher Valenz wird Typ IIa, im andern Falle eine mehr an vulgare erinnernde Form (IIb = halbvulgare) entstehen. Es ist anzunehmen, daß äußere Einflüsse eine gewisse Rolle spielen z. B. beobachtete ich an verschiedenen Pflanzen der $F_3$-Generation, daß der Grad der Geschlossenheit der Spelzen und der Brüchigkeit der Spindel sogar innerhalb einer Pflanze stark variierte. Es wurden Ähren desselben Individuums mit festerem und loserem Spelzenschluß und ebenso solche mit zäher und zur Zerbrechlichkeit neigender Spindel gefunden. Wie dem auch sei, ist doch die Feststellung von

Bedeutung, daß nach dem Phänotyp keine sichere Unterscheidung der SS- von den Ss-Typen möglich war.

Die Nachkommen der homozygot Spelta-Individuen aus $F_2$ zeichneten sich in $F_3$ durch keine Besonderheiten aus; die typische Ährenform des Wintergrannenspelzes trat, wie zu erwarten war, überall wieder auf.

In den Spaltungsbeständen der Heterozygoten zeigten sich wieder die verschiedenen Abstufungen in der Ausbildung des Spelzcharakters und der Ährenform, die wir bereits in $F_2$ zu beobachten Gelegenheit hatten. Für die Pflanzen mit Spelta-Habitus war in diesen Spelta-vulgare-Beständen der Typ I und IIa vorherrschend. Gleichmäßig dicke oder gar schwach enddichtere Spelzpflanzen wurden nicht gefunden. Die vulgare-Pflanzen der betreffenden Bestände waren in der Mehrzahl der Fälle lang bis mittellang. Im oberen Teil dünner werdend oder gleichmäßig dick, oben zugespitzt. In acht Nachkommenschaften traten vereinzelt Enddichter auf, deren Ährchenabstand nach oben zu sich schwach verringerte und die mehr oder weniger Kolbenform zeigten. Eine Gesetzmäßigkeit in dem Auftreten dieser Formen konnte nicht beobachtet werden. Der Spelzenschluß war bei den vulgare-Pflanzen der heterozygoten Bestände sehr verschieden. Sehr lose, ähnlich wie bei Frankensteiner, war er bei allen kolbenförmigen Ähren, während vereinzelt bei den anderen vulgare-Formen eine gewisse Neigung zu festerem Spelzenschluß beobachtet werden konnte. Die Aufspaltung in diesen Spelta-vulgare-Beständen war folgende:

Tabelle 30.

| Nachkommen aus Bestand | SS und Ss | ss | Summe |
|---|---|---|---|
| 14 | 134 | 46 | 180 |
| 15 | 425 | 126 | 551 |
| 17 | 267 | 130 | 397 |
| | 826 | 302 | 1128 |

Wie aus der Tabelle hervorgeht, zeigt sich auch in $F_3$ Aufspaltung nach dem Pisumtyp.

Die homozygoten vulgare-Pflanzen verhielten sich in $F_3$ insofern verschieden, als aus den mittellang bis langen oben mehr oder weniger schmaler werdenden und gleichmäßig dicken oben spitzen Typen in $F_3$ neben solchen auch kolbenförmige mit

kurzer Spindellänge und typischem Squarehead-Typus hervorgingen. Im allgemeinen war der mittlere Ährchenabstand am größten bei den Formen, die den Frankensteiner Typ repräsentierten und nahm ab mit zunehmender Kolbigkeit der Ähren. In vier Beständen war die Langform (Gruppe IIIa) der Mutterpflanzen konstant geblieben. Aufspaltung in Lang- und Kolbenformen lag in den in Tabelle 31 aufgeführten Nachkommenschaften vor. Ein Bestand ergab in $F_3$ nur Kolbenformen. In den sieben Spaltungsbeständen der Tabelle 31 konnten neben den Extremen Langform und Kolben noch die verschiedensten Zwischenformen unterschieden werden. Eine exakte Gruppierung war daher nicht möglich. Ich möchte im Anschluß hieran auf eine Erscheinung hinweisen, die ich bei Kajanus bestätigt fand, daß sogar an ein und derselben Pflanze verschiedene Ährenformen gefunden wurden. So fand ich an einer Pflanze sowohl gleichmäßig dicke, oben zugespitzte neben Ähren mit ausgeprägtem Frankensteiner-Typ als auch solche, die neben der ersten Form schwachkolbige aufwiesen. Die betreffenden Pflanzen waren genau untersucht, so daß es sich nicht etwa um zusammengewachsene handeln konnte. Diese Beobachtung dient wieder als Beweis dafür, daß Ährenformen stark modifiziert werden können. Das Verhältnis der Langformen: Kolbenformen war 195 : 63. Die Verteilung auf die einzelnen Bestände war folgende:

Tabelle 31.

| Bestand | Langform | Kolbenform | Summe | D : m |
|---|---|---|---|---|
| 14/12 | 18 | 5 | 23 | + 0,36 |
| 14/14 | 26 | 4 | 30 | + 1,45 |
| 17/5 | 37 | 4 | 41 | + 2,26 |
| 17/6 | 26 | 4 | 30 | + 1,47 |
| 17/7 | 26 | 16 | 42 | + 1,98 |
| 17/9 | 36 | 22 | 58 | — 2,29 |
| 17/20 | 26 | 8 | 34 | + 0,064 |
| | 195 | 63 | 258 | |

Da bei einigen Beständen sehr große Abweichung vom idealen Verhältnis 3 : 1 zu beobachten ist, erscheint es unsicher, ob 195 : 63 auf Mendelspaltuug zurückzuführen oder als Zufallserscheinung zu deuten ist. Wir werden später noch einmal hierauf zurückkommen.

Ich gehe jetzt zur Besprechung der spezielleren Verhältnisse der Variabilität in den Filialgenerationen über. Bei den zum

Vergleich angebauten Eltern wurden folgende Variabilitätsmaße gefunden:

Tabelle 32.

| | Spindellänge in cm | | | Ährchenzahl | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | M und $m_K$ | Grenzen | v | M und $m_K$ | Grenzen | v |
| Weiß. Frankensteiner 1923 | 11,9 $\pm$ 0,303 | 8,5—15 | 13,4 | 22,2 $\pm$ 0,413 | 17—27 | 9.83 |
| 1924 | 9,79 $\pm$ 0,191 | 8—11,5 | 8,36 | 20,6 | | |
| Rot. Wt. Hammerspitz 1923 | 14,18 $\pm$ 0,236 | 11—17 | 10,65 | 21,7 — 0,382 | 16—27 | |
| | 12,5 $\pm$ 0,32 | 9,5—15,5 | 11,2 | 19,9 | | |

In $F_2$ ergaben sich folgende Variationsreihen für Spelta (SS und Ss) und vulgare:

Tabelle 33.

Spindellänge in cm:

| 1923! | 8 | 8,5 | 9 | 9,5 | 10 | 10,5 | 11 | 11,5 | 12 | 12,5 | 13 | 13,5 | 14 | 14,5 | 15 | 15,5 | 16 | 16,5 | 17 | 17,5 | 18 | Mittelwert | v |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spelta | 1 | — | — | 1 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | — | 2 | 4 | 6 | 1 | 3 | 7 | 1 | 3 | 1 | — | 2 | 13,79 | 17,8 |
| vulgare | | 1 | — | — | — | 3 | — | 2 | 2 | 3 | — | — | 1 | 1 | — | 1 | | | | | | 12,29 | 14,72 |

Wir finden in $F_2$ sowohl für die Spelta- als auch vulgare-Gruppe einen höheren Variationskoeffezienten als bei den Eltern. Weniger deutlich kommt diese Erscheinung bei den vulgare-Formen zum Ausdruck. Doch führe ich das auf die geringe Anzahl der Individuen zurück. Bei der Spelta-Gruppe fällt besonders die Neigung für kürzere Spindellänge auf. Dies kommt deutlich im Mittelwert zum Ausdruck. Dieselbe Beobachtung der größeren Variationsbreite und Neigung zur kürzeren Spindellänge konnte auch gemacht werden bei einer Zusammenstellung der Nachkommenschaftsmittel der Spelta- und vulgare-Bestände aus $F_3$. In den folgenden Tabellen sind diese variationsstatistisch aufgeführt. Ich bemerke noch dazu, daß bei dieser Zusammenstellung die in den heterozygoten Beständen vorkommenden Speltaformen den konstanten (SS) zugerechnet wurden und ebenso die vulgare den ss-Formen.

Tabelle 34.

Mittelwert der Speltabestände:

| 9 | 9,5 | 10 | 10,5 | 11 | 11,5 | 12 | 12,5 | 13 | 13,5 | 14 | 14,5 | 15 | 15,5 | Mittelwert | v |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 8 | 2 | 7 | 6 | 5 | — | — | 2 | 1 | — | 1 | 11,75 | 11,8 |

Tabelle 35.

Mittelwerte der vulgare-Bestände:

| 7 | 7,5 | 8 | 8,5 | 9 | 9,5 | 10 | 10,5 | 11 | 11,5 | Mittelwert | v |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 3 | 2 | 8 | 11 | 6 | 5 | — | | 9,56 | 8,78 |

Ein Vergleich mit den entsprechenden Werten der Eltern zeigt eine größere Variation als bei den Elternformen, zumal wir noch berücksichtigen müssen, daß es sich hier nicht um Mittelwerte einzelner Pflanzen handelt, sondern um Nachkommenschaftsmittel. Es fällt ferner auf, daß hinsichtlich der Verteilung der Varianten eine Verschiebung in der Richtung zur kürzeren Spindellänge stattgefunden hat, wodurch auch die Mittelwerte eine deutliche Verschiebung nach links, also zur kürzeren Spindellänge hin, erfahren mußten.

Diese Feststellungen haben späterhin bei der Besprechung der Faktorenanalyse große Bedeutung. Aber bevor wir dazu übergehen, möchte ich noch auf eine Erscheinung hinweisen, die mit den soeben gemachten Beobachtungen im engsten Zusammenhang steht. Bei der Untersuchung der $F_2$-Generation ergab sich für die homozygoten Speltaformen (SS) die höchste Spindellänge, die Spindeln der heterozygoten waren intermediär. Die genauen Mittelwerte (in cm) waren folgende:

Tabelle 36.

| Bestand | SS-Pflanze | Ss-Pflanze | ss-Pflanze |
|---|---|---|---|
| 14 | 13,4 | 12,8 | 11,5 |
| 15 | 15,1 | 13,7 | 12,7 |
| 17 | 14,3 | 13,6 | 12,2 |
| Mittel: | 14,27 | 13,37 | 12,13 |

Eine Zusammenstellung der Nachkommenschaftsmittel dieser Genotypen zeigt dieselben oder doch sehr ähnliche Unterschiede hinsichtlich der Spindellänge:

Tabelle 37.

| $F_3$ | 7 | 7,5 | 8 | 8,5 | 9 | 9,5 | 10 | 10,5 | 11 | 11,5 | 12 | 12,5 | 13 | 13,5 | 14 | 14,5 | 15 | Mittel |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mozy- Spelta | | | | | | | 1 | 1 | 1 | — | 2 | 3 | 4 | — | — | — | 1 | 12,06 |
| mozyg. elta . | | | | | 1 | 3 | 4 | 4 | 6 | 3 | 1 | 2 | — | 1 | | | | 10,57 |
| mozyg. lgare . | 1 | — | 1 | — | 2 | 3 | 4 | 1 | | | | | | | | | | 9,59 |

Nehmen wir die Spaltungsbestände der Ss-Mutterpflanzen heraus und vergleichen wiederum die Mittel der Spelta-Pflanzen mit denen, die vulgare Charakter tragen, dann finden wir dieselben Verhältnisse: bei spelta relativ lange, bei vulgare kurze Spindel. Ich habe nach dem Vorbilde von Kajanus die Mittel sämtlicher

Spelta-vulgare-Bestände in Beziehung gesetzt, zu den entsprechenden Mitteln der in diesen Beständen resultierenden vulgare-Pflanzen. Ich fand eine sehr deutliche positive Korrelation ($r = + 0{,}877$) zwischen der Größe der Mittel sämtlicher Pflanzen und der Größe der Mittel der betreffenden vulgare-Pflanzen. Der Mittelwert sämtlicher Pflanzen war 10,57 cm (vgl. Tabelle 37). Die vulgare-Pflanzen derselben hatten einen Mittelwert von 9,55 cm; letzterer stimmt gut überein mit dem Mittel der konstanten vulgare-Bestände = 9,59 cm (Tabelle 37). Diese soeben erörterten korrelativen Verhältnisse, ferner die Beobachtungen über die verschiedenen Grade der Spindellänge führen zu der Annahme, daß die Ährenlänge im wesentlichen vom Vorhandensein des Gens S beeinflußt wird. Die Verlängeruug beträgt bei den SS-Typen auf Grund der Messungen in $F_2$ und $F_3$ 2,305 cm, bei den heterozygoten dagegen nur 1,24 cm.

Zurückblickend auf die Verhältnisse der Variabilität und Bezug nehmend auf die letzten Feststellungen glaube ich folgende Rückschlüsse auf die Genetik ziehen zu können. Für die Spindellänge nehme ich 2 Gene an. In der Wirklichkeit wird es sich wahrscheinlich um mehrere handeln; der Einfachheit halber nehme ich nur 2. Gen $L_s$ bewirkt beim Spelta-Elter die Spindellänge und erfährt durch das S-Gen eine Verstärkung, wie wir bereits gesehen hatten. Das S-Gen verleiht dem Spelz seine charakteristischen Merkmale und bewirkt daher auch ohne Verbindung mit $L_s$ eine gewisse Lockerheit im Bau der Spindel. $L_s$ kommt nur bei gleichzeitigem Vorhandensein von S zur Wirkung, es ist also ein spezifischer Erbfaktor der Spelta-Gruppe. Dem gegenüber das Längengen $L_v$, welches bei der vulgare-Form der Spindel die charakteristische Ausprägung gibt. Es hat vornehmlich wahrnehmbare Wirkung bei vulgare. Ob eine gewisse kumulative Wirkung dieser beiden Gene $L_s$ und $L_v$ eintreten kann, vermag ich an Hand dieses geringen Materials nichts zu sagen. Ich neige mehr der Ansicht zu, daß die Wirksamkeit dieser Längengene abhängig ist vom Vorhandensein bezw. Fehlen des Faktors S. Aber vielleicht ist unter dieser Voraussetzung eine geringe kumulative Wirkung bei einmaligem Vorhandensein des Faktors S möglich; es würden auf diese Weise die auffallend hohen Nachkommenschaftsmittel in den Klassen 14,5—15 und 15,5 – 16 (Tabelle 34) ihre Erklärungen finden. Die Erbformeln würden lauten:

SS $L_s L_s l_v l_v \times$ ss $l_s l_s L_v L_v$
Spelta vulgare
$F_1$ Ss $L_s l_s L_v l_v$

In $F_2$ würden sich folgende Gruppen ergeben:

1 SS ($L_s L_s L_v L_v$ : 2 $L_s L_s L_v l_v$ : 1 $L_s L_s l_v l_v$ : 2 $L_s l_s L_v L_v$ : 4 $L_s l_s L_v l_v$ : 2 $L_s l_s l_v l_v$ : 1 $l_s l_s L_v L_v$ : 2 $l_s l_s L_v l_v$ : 1 $l_s l_s l_v l_v$)
2 Ss ($L_s L_s L_v L_v$ ——————————→ : 1 $l_s l_s l_v l_v$)
1 ss ($L_s L_s L_v L_v$ ——————————→ : 1 $l_s l_s l_v l_v$)

Wir erhalten 16 SS : 32 Ss : 16 ss oder 1 : 2 : 1.

In Gruppe I wird die verstärkende Wirkung des doppelt vorhandenen S-Gens am deutlichsten zum Ausdruck kommen. Die Unterschiede in der Spindellänge führe ich neben Modifikation auf die verschiedene Besetzung des $L_s$-Gens zurück. $SSL_s L_s$ wird eine längere Spindel haben als $SSL_s l_s$ oder gar $SSl_s l_s$, zumal die Verstärkung durch SS auf $L_s l_s$ auch geringer sein wird, als bei doppeltem Vorhandensein. So erkläre ich mir die verschiedenen in $F_2$ und $F_3$ beobachteten Spelztypen durch das Zusammenspiel der S- und $L_s$-Gene. Gruppe II wird ebenso starke Variation zeigen. Im Durchschnitt finden wir aber bei den Individuen dieses Genotyps eine kürzere Spindel, da S nur einmal vorhanden ist. Bei unseren Ergebnissen fanden wir eine Verlängerung der Spindel durch SS um 2,3 cm, durch Ss um 1,24. Es wirkt hiernach also Ss halb so stark (mit einer geringen positiven Abweichung, die aber auf die geringe Anzahl des untersuchten Materials zurückgeführt werden kann) wie SS.

In Gruppe III kommt in der Hauptsache das Gen $L_v$ zur Geltung. Es ergibt sich auch Abstufung ähnlich wie in I und II. Da S fehlt, wird in keinem Fall eine dem Spelta-Habitus entsprechende Spindel auftreten. Bei Fehlen des Faktors $L_v$ wird eine Verkürzung der Spindel die Folge sein. Diese Verlustneuheiten ($ssL_s L_s l_v l_v$ oder $ssl_s l_s l_v l_v$) bilden meines Erachtens die Spindeln für die Kolbenformen und sonstige enddichtere Ährenformen. Auch der gleichmäßig dicke Ährentyp und alle die erblichen Ährenformen, die kürzer und dichter als die Mutter (Frankensteiner), führe ich auf die Verlustkombinationen zurück. Auf Grund dieser Vorstellungen erklärt sich in gleicher Weise wie bei den Spelta-Gruppen die größere Variabilität der $F_2$- und $F_3$-Bestände.

Eine Gegenüberstellung von Langform und Kolbenform (beide Begriffe gelten in diesem Fall als Sammelbegriffe für die verschiedenen Ausprägungen in diesen Gruppen) ergibt deutlich eine kürzere Spindel für Kolbenform, eine längere für Langform und zwar beträgt die Verkürzung der Kolbenform im Durchschnitt 1,45 cm. Ich bemerke noch, daß der Mittelwert der Bestände mit nur Kolbenformen = 8,6 cm ziemlich gut übereinstimmt mit dem Mittel für Kolbenformen aus den spaltenden Beständen = 8,7 cm.

Tabelle 38.

| Anzahl | Langform | | Kolbenform | |
|---|---|---|---|---|
| Nachkommenschaften | Spindellänge | Ährchenzahl | Spindellänge | Ährchenzahl |
| 13 | 10,1 | 21,53 | 8,7 | 21,47 |
| 3 | — | — | 8,6 | 21,80 |

Nach Betrachtung der Vererbungsweise der Spindellänge wollen wir nun zur Behandlung der Ährchenzahl übergehen!

Eine Untersuchung der $F_2$-Pflanzen, deren Genotyp durch die $F_3$-Generation sichergestellt war, ergab hinsichtlich ihrer Ährchenzahl folgende Variationsreihen:

Tabelle 39.

| | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | Mittel | Anzahl Ährchen pro cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| konstant Spelta . | 1 | 1 | — | 1 | 2 | — | 4 | 2 | 2 | | | | | | 21,57 | 1,51 |
| heterozygot Spelta | | | | | 1 | 5 | 4 | 1 | 4 | 5 | 2 | 2 | 1 | | 24,14 | 1,805 |
| homozygot vulgare | | | | | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | — | 1 | | | | 23,25 | 1,915 |

Bei Betrachtung der absoluten Ährchenzahl finden wir bei den Heterozygoten den höchsten Mittelwert. Es scheint also, als wenn die Ährchenzahl in der Aufspaltungsgeneration transgrediiert. Ganz ähnliche Verhältnisse finden wir bei einer Zusammenstellung der Nachkommenschaftsmittel der $F_3$-Bestände:

Tabelle 40.

| $F_3$: | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | Gesamtmittel | Anzahl der Ährchen auf 1 cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| homozygot Spelta | 1 | 3 | 3 | 5 | 1 | | | | | 19,654 | 1,625 |
| heterozyg. Spelta | 1 | 2 | 4 | 3 | 9 | 4 | — | 2 | | 21,94 | 2,07 |
| homozyg. vulgare | | 3 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | | | 20,91 | 2,18 |

Unterziehen wir die Spelta-vulgare-Bestände (heterozygot Spelta) einer genaueren Betrachtung, so ergibt sich als Mittelwert

für Spelta (d. h. für SS und Ss-Genotypen) 22,51 für vulgare (ss) 21,3. Der in diesen Spaltungsbeständen gefundene Mittelwert für die Speltagruppe muß sich der Theorie nach zusammensetzen aus den Mittelwerten von einem Anteil SS-Typen und zwei Anteilen Ss-Formen. Legt man den Wert des Spelta-Elters zugrunde, der sich ziemlich genau mit dem Mittel der konstant Spelta-Formen aus $F_3$ deckt, so würde sich als Mittelwert der Pflanzen mit dem Genotyp Ss folgende Berechnungsweise ergeben (der gesuchte Mittelwert sei x): $\frac{2x + 19{,}9}{3} = 22{,}51$ $x = 23{,}3$. Diese Berechnung gründet sich natürlich nur auf theoretische Annahme, zur sicheren Erkenntnis dieser Verhältnisse müßte schon die $F_4$-Generation herangezogen werden. Aber dennoch kann auf Grund dieses Ergebnisses und der in Tabelle 39 und 40 gemachten Darstellungen der Schluß gezogen werden, daß die Spelta-Homozygoten die niedrigste, die Heterozygoten dagegen die höchste absolute Ährchenzahl besitzen.

Wie ist diese hohe Ährchenzahl bei den Heterozygoten zu erklären?

Wir haben früher schon (Kreuzung I) gesehen, daß die absolute Ährchenzahl nichts über den Bau der Ähre ob dicht oder locker, aussagt. Erst durch gleichzeitige Berücksichtigung der Spindel erkennen wir den wahren Charakter der Ähre. In den Tabellen 39 und 40 sind daher die Ährchenzahlen auf die Spindel umgerechnet angegeben. Bei Betrachtung dieser relativen Ährchenzahlen ergibt sich deutlich die größte Lockerheit der Spindel beim Spelz, die geringste bei vulgare und eine Mittelstellung mit starkem Ausschlag nach vulgare hin bei den Heterozygoten. Es scheint ein höherer Einfluß des vulgare-Typs hinsichtlich Ährchenzahl vorzuliegen! Wenn wir uns nun die Tatsachen ins Gedächtnis zurückrufen, daß 1. die Spindellänge bei den heterozygoten Ss-Formen vornehmlich intermediär war, 2. wie bei allen lockeren Ährenformen Ährchenzahl in enger Korrelation zur Spindel steht (beim Spelt-Elter fand ich $r = + 0{,}825$), also die Ährchenzahl im starken Maße den Veränderungen der Spindellänge folgt, dann ergibt sich daraus, daß bei Kombination von hoher Ährchenzahl mit indermediärer Spindel die absoluten Ährchenzahlen die Werte der Eltern überschreiten müssen. Für die Genetik ist die Beobachtung von entscheidender Bedeutung, daß solche Über-

schreitungen der absoluten Ährchenzahl nicht bei den Spelta-Homozygoten festgestellt werden konnten. Ich erinnere auch daran, daß bei diesen die relativen Ährchenzahlen ziemlich konstant sich verhielten und gute Übereinstimmung mit den betreffenden Werten des Spelta-Elters zeigten. Diese Anzeichen sprechen dafür, dem S-Gen eine hemmende Wirkung bei der Ausbildung höherer Ährchenzahlen zuzuschreiben. Die Gene für höhere Ährchenzahl beim vulgare wirken spezifisch und kommen beim Vorhandensein von SS nicht zur Geltung. Bei einschichtigem Gegebensein von S ist die hemmende Wirkung geschwächt und es kommen deutlich die Anlagen für höhere Ährchenzahl zur wahrnehmbaren Geltung.

Zum Schluß noch einige Bemerkungen über die Ährchenzahl bei den Kolbenformen. Ich greife auf die Darstellung in Tabelle 38 zurück. Wir finden im Durchschnitt für Langform 21,53, für Kolbenform 21,47. Aus den Beständen, wo nur Kolbenformen auftreten, erhalten wir als Mittel 21,8. Als relative Ährchenzahl erhalten wir für Langform 2,05, für Kolbenform 2,48; wie zu erwarten war, zeigt sich bei den Kolbenformen eine relativ höhere Ährchenzahl. Ich ziehe daraus den Schluß, daß die Enddichter und Kolbenformen durch Kombination von kurzer Spindellänge, die als Verlustneuheit auftrat ($ssL_s l_s l_v l_v$; $ssL_v l_v$ u. a.) und hoher Ährchenzahl entstanden sind. Ich übersehe nicht, daß gegen solch eine Annahme Einwände verschiedener Art sich machen lassen und möchte daher im folgenden auf einige Bedenken hinweisen.

Bei einer Zusammenstellung der relativen Ährchenzahlen bei Lang- und Kolbenform, wie sie in Tabelle 41 gemacht ist, ergibt sich, daß beide Variationsreihen graphisch dargestellt Kurven ergeben würden, die deutlich in einander übergehen. Es besteht also keine distinkte Grenze, von wo ab die relative Ährchenzahl derart ist, daß Kolbenform eintritt. Es ist besonders auffallend, daß bei einer Ährchenzahl, die innerhalb der Klassenintervalle 2,6—2,7 liegt (die genauen Zahlen sind 2,67 und 2,66), die Langform beibehalten ist. Es geht deutlich daraus hervor, daß also noch andere Faktoren eine Rolle spielen müssen; welch eine entscheidende Bedeutung dabei die Einflüsse der Außenwelt haben können, besprachen wir bereits. Bei dem hier vorliegenden Material kann aber soviel mit Sicherheit gesagt werden: von einer

relativen Ährchenzahl von 2,1—2,2 (auf 1 cm der Spindel bezogen) an, besteht die Möglichkeit zur Bildung von Ährenformen mit dem gespreizten oben dichter werdenden Typus.

Tabelle 41.

| relat. Ährchenzahl: | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | Mittel |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Langform: | 1 | — | 2 | — | 4 | 1 | 3 | — | — | — | 2 | | | 2,05 |
| Kolbenform: | | | | | | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | | 2,48 |

Über das Verhalten des Spelta- und vulgare-Typus nach Bastardierung liegen die verschiedensten Beobachtungen vor. In der Mehrzahl der Fälle wurde wie in vorliegender Kreuzung äußerliche Dominanz des Spelta-Habitus festgestellt. Kolbige Ähren als Bastardierungsnova sind verschiedentlich gefunden, z. B. von Tschermak[1]) (mährischer Landweizen × schwarzer Spelz), Mayer Gmelin[2]) (unbegrannt Spelta × Essexweizen), Malinowski[3]) und Kajanus. Die Auslegungen für die Bildung der verschiedenen Ährenformen weichen sehr voneinander ab. Mayer Gmelin hält die in seinen Kreuzungsnachkommen auftretenden compactum-Formen für echte compactum-Ähren und zieht daraus den Schluß, daß das compactum-Gen kein Hemmungsgen ist. Kajanus tritt dieser Ansicht entgegen und führt die betreffenden dichtjährigen Nachkommen, die nach seiner Meinung vulgare-Formen sind, auf das Fehlen von Längengenen zurück. Diese Auffassung würde sehr gut mit den Ergebnissen der Kolbenformen in vorliegender Kreuzung in Einklang zu bringen sein. Malinowski nimmt bei seiner Spelta-vulgare-Kreuzung ein Gen für Lockerährigkeit des Spelzes und ein solches für Ährchengröße der vulgare-Gruppe, die sich abstoßen, an. Durch Abstoßung dieser Gene erklärt er das Fehlen von dichtährigen Spelta-Formen. Ich schließe mich in diesem Falle der Ansicht von Kajanus an und betrachte den lockeren Bau des Spelta als eine spezifische Wirkung des S-Gens. Von der Auffassung Kajanus weiche ich in der Weise ab, als er für Spelta und vulgare dieselben Gene annimmt, die nur verschieden wirken, je nachdem ob Spelta oder vulgare vorliegt. Ich hielt bei solch relativ fremden Formen,

[1]) Fruwirth, Handbuch der landwirtschaftl. Pflanzenzüchtung, Bd. IV.

[2]) Mayer Gmelin, Bastardierung von unbegr. Spelz × braunen Essexweizen. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 1917, Bd. V.

[3]) Malinowski, Weizenbastarde, Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 1914.

wie Spelta und vulgare, eine in jeder Beziehung spezifische Wirkung für wahrscheinlicher und erklärte mir die Spaltungsergebnisse durch die Annahme eines besonderen Spelta- und vulgare-Längengens ($L_s$ und $L_v$). Eine verschiedene Valenz des Faktors S beobachtete KAJANUS ebenfalls, so daß bei schwächerer Wirkung die Heterozygoten dem vulgare-Habitus mehr oder weniger ähnlich werden konnten.

### B. Begrannung.

Die Gruppierung wurde nach denselben Grundsätzen vorgenommen, wie in Kreuzung I und III.

$F_1$ war unbegrannt. In $F_2$ trat folgende Aufspaltung ein:

Tabelle 42.

| | Unbegrannt | Begrannt | Summe |
|---|---|---|---|
| Gefunden: . . . . . | 47 | 14 | 61 |
| Auf K = 4 bezogen . . | 3,08 | 0,918 | |
| mittlere Fehler . . . . | ± 0,221 | — | |
| D : m = . . . . . | + 0,362 | — | |

Es liegt offenbar Spaltung nach dem Pisumtyp vor. Zum Anbau der $F_3$-Generation wurden 38 unbegrannte und 12 begrannte Individuen ausgelesen. Die begrannten verhielten sich sämtlich rezessiv. Bei den unbegrannten trat in 18 Beständen Aufspaltung ein, während 20 konstant unbegrannte Nachkommenschaften ergaben. Eine Zusammenstellung der heterozygoten Bestände ergibt folgendes Bild:

Tabelle 43.

| | Unbegrannt | Begrannt | Summe |
|---|---|---|---|
| Gefunden . . . . . | 528 | 168 | 696 |
| auf K = 4 bezogen . . | 3,03 | 0,966 | |

$m_K = \pm 0{,}065$; D : m + 0,457.

Die in $F_3$ gefundenen Zahlen zeigen ebenfalls prinzipielle Übereinstimmung mit dem Verhältnis 3 : 1.

Wir können daher für Begrannung dieselben genetischen

Verhältnisse annehmen, die wir bereits in Kreuzung I und III gefunden und eingehend besprochen haben.

Es ist auffallend, daß von den 38 unbegrannten Pflanzen durch die $F_3$ Analyse sich 20 als HH und 18 als Hh im Genotyp herausstellten. Es konnte erwartet werden, daß sich HH zu Hh verhalten würde wie 1 : 2. Ich führe diese Erscheinung auf Zufall zurück.

### C. Beziehung Ährentypus und Begrannung.

Eine Beziehung zwischen Ährentypus und Begrannung ist des öfteren beobachtet worden. Ich erinnere z. B. an die Untersuchungen Lindhards[1]) und Nilson-Ehles[2]), die feste Koppelung zwischen vulgare-Habitus und Grannenlosigkeit einerseits, zwischen speltoides-Habitus und Begrannung andererseits fanden. Auch Kajanus berichtet von einer gegenseitigen Beziehung von spelta-Habitus und Begrannung und vulgare-Habitus und Grannenlosigkeit.

Eine Zusammenstellung von Unbegrannt und Begrannt unter gleichzeitiger Berücksichtigung des Ährentypus ergibt folgendes Bild:

Tabelle 44.

| Bestand | Spelta | | vulgare | | Summe |
|---|---|---|---|---|---|
| | Unbegr. | Begrannt | Unbegr. | Begrannt | |
| 14 . . . . | 9 | 5 | 5 | — | 19 |
| 15 . . . . | 10 | 6 | 2 | — | 18 |
| 17 . . . . | 15 | 2 | 6 | 1 | 24 |
| Summe | 34 | 13 | 13 | 1 | 61 |

Es tritt jetzt die Frage auf, mendelt das Merkmal Begrannung unabhängig vom Ährentyp oder besteht eine gewisse Beziehung? Im ersteren Fall hätten wir das Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1 zu erwarten, im andern eine Verteilung, die je nach dem zugrunde liegenden Gametensystem verschieden sein wird. Da die Individuenzahl sehr gering ist, kann meines Erachtens ein unbedingt sicherer Beweis für eine der beiden Annahmen kaum erbracht werden. Auf Grund der Verhältnisse in $F_3$ besteht die größte Wahrscheinlich-

[1]) Lindhard, Zur Genetik des Weizens. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 1922.

[2]) Nilson-Ehle, Botan. Notiser 1917.

keit, daß eine Beziehung zwischen Ährentyp und Begrannung vorliegt, die dem Gametensystem 1 SH: 2 Sh: 2 sH: lsh entspricht.

Zur Vervollständigung der Darstellung und besseren Veranschaulichung der grundsätzlichen Unterschiede der beiden Spaltungsschemata führe ich sowohl das Spaltungsschema bei freier Vererbung auf, als auch dasjenige auf Grund des genannten Gametensystems.

1. Verlauf der Spaltung bei freier Vererbung.

Tabelle 45.

| | Spelta | | | | vulgare | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Unbegr. | | Begrannt | | Unbegr. | | Begrannt | | Se. |
| | 34 | | 13 | | 13 | | 1 | | 61 |
| ideal. Verhältnis | 9 | : | 3 | : | 3 | : | 1 | | — |
| berechnet . . | 8,93 | : | 3,42 | : | 3,42 | : | 0,262 | | |
| Die betr. mittl. Fehler . . . | ± 1,03; | | ± 0,8; | | ± 0,8; | | 0,496 | | |
| D : m-Werte: | — 0,076; | | + 0,525; | | + 0,525; | | — 1,485 | | |

Die D:m-Werte in + Richtung = 1,05; in — Richtung = 1,56 l. Durch die $F_3$-Analyse wurde die genotypische Veranlagung in folgender Weise klargestellt:

Tabelle 46.

| Genotypen | SSHH | SSHh | SShh | SsHH | SsHh | Sshh | ssHH | ssHh | sshh |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Idial. Verh. | 1 | 2 | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| gefunden . | 1 | 8 | 4 | 10 | 7 | 8 | 9 | 3 | — (nicht ausgelegt) |
| berechnet . | 0,32 | 2,56 | 1,28 | 3,2 | 2,24 | 2,56 | 2,88 | 0,96 | — |
| $m_k$ . . . | ± 0,547 | ± 0,748 | ± 0,547 | ± 0,748 | ± 0,98 | ± 0,748 | ± 0,547 | ± 0,748 | — |
| D:m-Werte | — 1,24 | + 0,75 | + 0,513 | + 1,605 | — 1,8 | + 0,75 | + 3,44 | — 1,39 | — |

Die D : m-Werte = + 6,058; und — 4,43.

2. Verlauf der Aufspaltung auf Grund des Gametensystems 1 SH : 2 Sh : 2 sH : sh.

Tabelle 47.

| | Spelta | | vulgare | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Unbegr. | Begrannt | Unbegr. | Begrannt | Se. |
| gefunden . . . | 34 | 13 | 13 | 1 | 61 |
| Ideal. Verh. . . | 19 | 8 | 8 | 1 | |
| berechnet . . . | 20,1 | 7,67 | 7,67 | 0,59 | |
| $m_k$ . . . . . | ± 2,3 | ± 1,92 | ± 1,92 | ± 0,76 | |
| D : m . . . . | + 0,478 | — 0,172 | — 0,172 | — 0,54 | |

Die D : m-Werte = + 0,478 und — 0,884.

Sämtliche gefundenen Werte liegen innerhalb der Fehlergrenzen!

Die erbliche Veranlagung ergibt sich aus Tabelle 48.

Tabelle 48.

| Genotypen | SSHH | SSHh | SShh | SsHH | SsHh | Sshh | ssHH | ssHh | sshh |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| dial. Verh. | 1 | 4 | 4 | 4 | 10 | 4 | 4 | 4 | 1 |
| gefunden . | 1 | 8 | 4 | 10 | 7 | 8 | 9 | 3 | — (nicht ausgelegt) |
| berechnet . | 0,72 | 5,75 | 2.88 | 7,2 | 5,03 | 5,75 | 6,47 | 2,16 | — |
| nk . . . | ± 0,836 | ± 1,6 | ± 1,6 | ± 1,6 | ± 2 28 | ± 1,16 | ± 1,16 | ± 1,16 | — |
| D : m-Werte | — 0,335 | + 1,09 | + 2,0 | — 2,18 | + 1,09 | + 1,542 | — 1,15 | | |

Die D : m-Werte = + 5,722 und — 4,365.

Ein Vergleich der Abweichungen (D : m-Werte) vom idealen Verhältnis zeigt, daß diese bei dem Schema für freie Vererbung größer sind als bei Annahme einer gegenseitigen Beziehung. Am deutlichsten zeigt sich die Differenz bei den D : m-Werten der Tabellen 45 und 47.

Wenn eine solche Gegenüberstellung der Abweichungen schon dem Spaltungsschema II den Vorzug gibt, so wird die Annahme einer gegenseitigen Beziehung der Gene S und H noch durch eine Beobachtung bekräftigt, die auf folgender theoretischen Annahme basiert: — Unter den Individuen der $F_2$-Generation finden sich im idealen Fall 10 SsHh-Genotypen. Dieser Genotyp entspricht derselben genetischen Zusammensetzung, wie beim $F_1$-Bastard. Von diesen 10 SsHh-Genotypen sind 8 durch Sh × sH und 2 durch SH × sh entstanden. Es werden also in den Nachkommenschaften der SsHh-Typen 80 % dieselbe Verbindungsweise wie $F_1$ vertreten und wieder Abstoßung ergeben, 20 % dagegen werden eine neue Verbindungsweise zeigen, die der ersten entgegengesetzt gerichtet sein muß und dem Gametensystem 2 SH : 1 Sh : 1 sH : 2 sh entspricht. In $F_3$ würden also Spaltungsbestände auftreten, die zu 80 % Abstoßung zeigen, ferner solche (20 %), die auf Koppelung hinweisen. Bei meinem leider nur sehr geringen Material kann natürlich solch eine Harmonie von Theorie und Wirklichkeit nicht erwartet werden, aber doch glaubte ich bei einigen der Spaltungsbestände einen grundverschiedenen Charakter im Spaltungsschema erkennen zu können, weshalb ich diese SsHh-Nachkommenschaften anführe.

Tabelle 49.

| Bestand | Spelta | | vulgare | | Vermuteter Spaltungstyp |
|---|---|---|---|---|---|
| | Unbegrannt | Begrannt | Unbegrannt | Begrannt | |
| 14/13 | 7 | 8 | 7 | — | ? |
| 14/10 | 7 | — | 4 | 1 | ? |
| 15/3 | 18 | 10 | 6 | 2 | Abstoßung! |
| 15/4 | 24 | 8 | 8 | 1 | „ |
| 17/12 | 22 | 14 | 17 | — | „ |
| 17/13 | 39 | 3 | 24 | 5 | Koppelung? |
| 17/24 | 15 | 4 | 9 | 8 | „ [1]) ! |

Zytologisch ausgedrückt bedeutet diese gefundene Beziehung zwischen den Genen S und H, daß Gen S mit h einerseits und s mit H andererseits in einem Chromosom liegen. Zwischen diesem Chromosom findet ein Austausch der einzelnen Teilstücke statt (Crossing over nach Morgan), so daß auf diese Weise Chromosomen entstehen, die aus Stücken der beiden Ausgangschromosomen zusammengesetzt sind.

## D. Ährenfarbe.

Die Spelzenfarbe des Frankensteiners ist weiß, die des Wintergrannenspelzes blaßbraun (13 ic bis 13 lc). Die Gruppierung in braun und weiße Pflanzen bot große Schwierigkeiten, da sich zwischen typisch braun und weiß die verschiedensten Zwischenfärbungen befanden und auch die Ausprägung der Farbe durch den Grad der Ausreifung beeinflußt schien.

$F_1$ war dem Vater ähnlich. In $F_2$ wurden unterschieden: 44 braun zu 17 weiß. Offenbar lag das Verhältnis 3 : 1 vor. Die Verteilung der zur Nachzucht benutzten $F_2$-Individuen hinsichtlich des Farbfaktors war (Farbfaktor = B): 15 BB : 23 Bb : 12 bb.

Diese gefundenen Zahlen entsprechen dem Verhältnis 1 : 2 : 1. Ich bemerke aber noch, daß auch in $F_3$ eine scharfe Gruppierung nicht möglich war. Ob unifaktorielle Differenz wirklich vorliegt, erscheint hier daher auf Grund der verschiedenen Ausprägung der Farbe sehr zweifelhaft. Ich glaube eher die Aufspaltungsergebnisse mit den Beobachtungen KIESSLINGS und von TSCHERMAKS

[1]) Das Spaltungsverhältnis beim Gametensystem 2 SH . 1 Sh : 1 sH : 2 sh würde sein: 22 : 5 : 5 : 4.

und Nilson-Ehles in Einklang bringen zu dürfen, die die beiden letzten Forscher zur Theorie der „sekundären Nebenwirkung anderweitiger Faktoren" (Nilson-Ehle) oder „selbständiger katalytischer Nebenfaktoren" (v. Tschermak), Kiessling dagegen zur Annahme von Spurenfaktoren führten. Das Verhältnis 3 : 1 wäre nach Tschermaks Theorie nicht der Beweis monohybrider Bastardierung, sondern nur äußerliche Relation für die Spaltungsverhältnisse 12 : 4, 48 : 16 usw., die auf Grund plurifaktoriellen Unterschieds hinsichtlich katalytischer Faktoren neben einem Hauptfaktor (B in diesem Falle) resultieren. Im übrigen verweise ich auf die Ausführungen in Kreuzung II.

## E. Beziehung Ährentypus-Ährenfarbe.

$F_2$ ergab folgende Zusammenstellung:

Tabelle 50.

| | Spelta | | vulgare | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Bestand | braun | weiß | braun | weiß | Summe |
| 14 | 11 | 3 | 3 | 2 | 19 |
| 15 | 11 | 5 | 2 | — | 18 |
| 17 | 14 | 3 | 3 | 4 | 24 |
| Summe | 36 | 11 | 8 | 6 | 61 |

Bei freier Vererbung müßte das Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1 resultieren. Legen wir dieses Spaltungsschema zugrunde, so erhalten wir auf K = 16 bezogen:

9,45 : 2,88 : 2,1 : 1,57

Die Abweichungen würden, wie schon aus den letzten Zahlen hervorgeht, außerordentlich hoch sein. D : m = + 1,587 und — 1,3. Daß dieses Spaltungsschema vorliegt, scheint mir sehr unwahrscheinlich. Ich nehme Spaltung auf Grund des Gametensystems 2 SB : 1 Sb : 1 sb : 2 sB, also Koppelung von S und B an. Das ideale Verhältnis würde in diesem Falle sein:

Tabelle 51.

| | Spelta | | vulgare | | Summe |
|---|---|---|---|---|---|
| | braun | weiß | braun | weiß | |
| ideal. Verh. | 22 | 5 | 5 | 4 | 36 |
| gefunden | 36 | 11 | 8 | 6 | 61 |
| berechnet | 21,3 | 6,5 | 4,73 | 3,54 | |
| mK | ± 2,25 | ± 1,59 | ± 1,59 | ± 1,45 | |
| D : m-Werte | — 0,31 | + 0,943 | — 0,170 | — 0,317 | |

D : m = + 0,943 und — 0,797!

Die Übereinstimmung von gefundenen und errechneten Zahlen ist bei der relativ geringen Zahl der Individuen gut, so daß ich mit Bestimmtheit Koppelung annehmen möchte.

Hieraus würden wir für die zytologischen Verhältnisse den Schluß ziehen können, daß sich, ähnlich wie in Abschnitt C, die Gene S für Spelzhabitus und B, Hauptfaktor für Braun, in demselben Chromosom befinden. Ein Unterschied besteht insofern bei dieser Faktorenkoppelung, als bei der Beziehung Ährentypus-Ährenfarbe die dominanten Faktoren im selben Chromosom gelagert sind (S und B), während bei Ährentypus-Begrannung Vorhandensein des einen Faktors mit Fehlen des andern Faktors im selben Chromosom vereinigt ist. Die Ausgangschromosome würden also, schematisch dargestellt, aussehen

für Roter Winter-Wintergrannenspelz = $\overline{|BSh|}$
für Weißer Frankensteiner = $\overline{|bsH|}$

## F. Beziehung Ährenfarbe-Begrannung.

Wir haben gesehen, daß die korrelativen Verhältnisse, die wir bislang beobachteten, ihre natürliche Erklärung in der besonderen Lage der betreffenden Gene innerhalb desselben Chromosoms fanden. Hiervon ausgehend erscheint es selbstverständlich daß auch Ährenfarbe und Begrannung in Beziehung zueinander stehen müssen. Es entspricht diese Erscheinung dem mathematischen Gesetz: Sind zwei Größen einer dritten gleich, dann sind sie auch untereinander gleich.

Die Untersuchung ergab:

Tabelle 52.

| | Unbegrannt | | Begrannt | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | braun | weiß | braun | weiß | Summe |
| gefunden . . | 33 | 14 | 11 | 3 | 61 |
| ideal. Verh. . | 19 | 8 | 8 | 1 | 36 |
| berechnet . . | 19,5 | 8,25 | 6,5 | 1,77 | |
| $m_K$ . . . | $\pm 2{,}3$ | $\pm 1{,}92$ | $\pm 1{,}92$ | $\pm 0{,}76$ | |
| D : m-Werte . | $+ 0{,}217$ | $+ 0{,}13$ | $- 0{,}782$ | $+ 1{,}01$ | |

D : m = $+ 1{,}357$ und $- 0{,}782$

Trotz der hohen Abweichungen möchte ich annehmen, daß hier Spaltungsschema auf Grund des Gametensystems 1 BH: 2 Bh :2 bH : 1 bh vorliegt und somit die auf theoretischer Annahme sich ergebende Forderung erfüllt ist. Zu exakteren Unter-

suchungen war leider das Material nicht ausreichend. Ich möchte daher zum Schluß noch einmal betonen, daß infolge des geringeren Materials die Ergebnisse über die Beziehungen der Merkmalspaare zueinander nur fragmentarisch zu bewerten sind und ihnen vorwiegend orientierender Wert beigelegt werden kann. Eine Wiederholung derselben Kreuzung und Bearbeitung unter der besonderen Berücksichtigung dieser Merkmalspaare und ihrer Beziehungen zueinander würde von Nutzen sein.

## G. Kornfarbe.

Die Farbe des Kornes beim Wt.-Grannenspelz war rotbraun (13 nc, 17 nc, 17 pc), die des Frankensteiners blaßgelb (08 ga — 08 gc).

In $F_1$ zeigte sich die Kornfarbe intermediär und die Kornform entsprach der kantigen Gestalt des Spelzkorns. Die Aufspaltung in $F_2$ war Stufenspaltung von typisch rotbraun bis blaßgelb, beide Extreme waren verbunden durch eine Menge Zwischentönungen, deren Farbton oft nicht präzise definiert werden konnte. Was die Form des Kornes anbetrifft, so war eine deutliche Unterscheidung von Spelta- und vulgare-Korn in der Mehrzahl der Fälle möglich, obwohl innerhalb der Spelta-Gruppe sowohl, als auch bei den vulgare-Körnern die Form variierte. Diese Variabilität stand in fester Beziehung zum Spelzenschluß.

Es wurden bei der Gruppierung grundsätzlich unterschieden zwischen dunkel und hell, indem in die erste Gruppe alle dunkleren Farbtönungen zusammengefaßt wurden. Es wurden gefunden:

Tabelle 53.

| | Dunkel | | Hell | Summe |
|---|---|---|---|---|
| | 56 | | 5 | 61 |
| ideal. Verh. | 15 | : | 1 | |
| berechnet | 14,7 | : | 1,31 | |

$m_K = \pm 0{,}496.$ $\quad D : m = -0{,}605.$

Die Zahlen deuten auf bifaktorielle Differenz hin und ich nehme in Übereinstimmung mit Nilson-Ehle, Kajanus und anderen Forschern 2 gleichsinnige Gene für die rote Kornfarbe des Spelzes an.

### H. Beziehung Ährenfarbe-Kornfarbe.

Fe zeigte folgende Verteilung:

Tabelle 54.

| | Braunes Korn | | Blaßgelbes Korn | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | braune Spelzen | weiße Spelzen | braune Spelzen | weiße Spelzen | Summe |
| gefunden | 41 | 15 | 3 | 2 | 61 |
| ideal. Verh. bei freier Vererbung . . | 45 | 15 | 3 | 1 | 64 |

Es liegt zweifellos unabhängige Vererbung vor.

## Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

### 1. Ährentypus.

In Kreuzung I (Heils roter glas. Dickkopf × griechischer weißer Sammetweizen) und III (Weißer Frankensteiner × Eckendorfer begr. Dickkopf) traten in $F_2$ und $F_3$ die verschiedensten Ährenformen auf. In Kreuzung I wurde Prävalenz des lockeren schmalen Ährentypus beobachtet. Die auftretenden kurzen dichten Formen vererben ihren gleichmäßig dicken Typus konstant. Vorherrschend war der mittellange bis lange an den Vater erinnernde Ährentypus. Typische Square head-Formen wurden nur bei drei Pflanzen beobachtet, die aber nicht konstant waren. In Kreuzung III verlief die Aufspaltung in jeder Beziehung mediär. Der mittellange, gleichmäßig dicke, oben zugespitzte Ährentypus war am zahlreichsten vertreten. Neben diesem Typ befanden sich die verschiedensten Ährenformen als Zwischenformen sowohl Square head-ähnliche (Enddichter) als auch zur Form des Frankensteiners neigende. Die Spindellänge und Ährchenzahl zeigte sich bei beiden Kreuzungen plurifaktoriell bedingt. Hinsichtlich der Spindellänge konnte bifaktorielle Differenz angenommen werden. Die Aufspaltung war in beiden Kreuzungen intermediär, bei Kreuzung I mit geringem Ausschlag zur längeren Spindel und niedrigen Ährchenzahl. In der Kreuzung vulgare × compactum (Kreuzung II) lag für den compactum-Habitus das Gen C vor, das als Hemmungsgen wirkend, die kurze Spindel hervorrief. Bei den Cc-Typen wurde je nach der Veranlagung in bezug auf die Längengene Dominanz oder Prävalenz des compactum-Habitus beobachtet. Als Übergangsformen bei Prävalenz wurden typische

Square head-Ähren aufgefunden. Eine Trennung der CC- von den Cc-Genotypen war auf Grund des Phänotyps nicht möglich. Das Verhältnis von compactum : vulgare war 3 : 1.

Das Gen S bewirkt den Spelz-Habitus und verstärkt die Spelz-Längengene ($L_s$), auch hemmt es die vulgare Erbfaktoren für höhere Ährchenzahl. Im allgemeinen war Dominanz oder Prävalenz des Spelta-Habitus zu beobachten. Jedoch schien die Valenz des Gen S in einigen Fällen bei den Heterozygoten geschwächt zu sein. Auf diese Weise erklären sich die intermediären und vulgare-ähnlichen Formen. In den Spelta- und vulgare-Beständen lag hinsichtlich der Spindellänge eine größere Variabilität vor als bei den Eltern. Ferner war in den Mittelwerten eine deutliche Verschiebung in der Richtung zur kürzeren Spindel zu erkennen. Die homozygoten-Spelta-Typen hatten die längste Spindel und niedrigste Ährchenzahl, die heterozygoten waren intermediär.

Während sämtliche Pflanzen mit Spelta-Habitus schmale, nach oben sich verjüngende Ähren besaßen, wurden unter den vulgare-Pflanzen neben der Ährenform der Mutter noch mittellange und kurze, gleichmäßig dicke Ähren, ferner Kolbenformen gefunden. Die typischen Square head-Formen und Enddichter sind vermutlich entstanden durch Kombination von kurzer Spindel und hoher Ährchenzahl. Im allgemeinen ist über die Enddichter zu sagen, daß ihr zuweilen spontanes Auftreten, wie z. B. in Kreuzung III, mendelistisch nicht restlos geklärt ist. Ich rechne mit einem Zusammenwirken von äußeren Einflüssen und inneren Erbfaktoren, deren Vererbungs- und Wirkungsweise noch nicht genügend bekannt ist.

### 2. Begrannung.

Es wurden die Kreuzungen I, III und IV auf das Merkmal Begrannung untersucht. Es resultiert in allen Fällen das Verhältnis 3 : 1. Die Heterozygoten waren meist unbegrannt mit kurzen Grannenspitzen, die bis zur Mitte der Spindel anzutreffen waren. Es handelt sich sicherlich bei den Heterozygoten um eine Schwächung der Wirkung des Hemmungsgens H.

In Kreuzung III zeigten die Heterozygoten typische Mittelbildung und waren deutlich als intermediäre Formen zu erkennen. Das Spaltungsverhältnis war demzufolge 1 : 2 : 1.

### 3. Behaarung.

Hinsichtlich dieses Merkmals wurde in Kreuzung I und II Vererbung nach dem Pisumtyp gefunden. Behaart dominiert oder prävaliert über glatt. Eine schwächere Behaarung bei den Heterozygoten konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden.

### 4. Ahrenfarbe.

In Kreuzung II ließen die Spaltungserscheinungen auf zwei Erbfaktoren für Ausbildung der braunen Spelzenfarbe schließen. Dem Gen B kommt die Hauptrolle zu, während $B_1$ als Nebenfaktor verstärkende Wirkung ausübt. Ohne Verbindung mit B bewirkt $B_1$ eine hellbraune Färbung; auch scheint $B_1$ eine dunklere Zeichnung an den Spelzrändern hervorzurufen. Eine scharfe Gruppierung war wegen der verschiedenen Stärke der Färbung unmöglich, ebenso war die Trennung der $B_1b_1$-Genotypen von $b_1b_1$ auf Grund des Phänotyps schwierig.

Kreuzung IV zeigte zwar die Spaltungsverhältnisse bei unifaktorieller Differenz. Trotzdem scheint mir die Differenz in einem Faktor unwahrscheinlich. Ich rechne vielmehr mit der Möglichkeit plurifaktoriellen Unterschieds in katalytischen Faktoren neben einem Hauptfaktor; die Spaltungsverhältnisse werden also in Wirklichkeit 12 : 4 oder 48 : 16 usw. sein.

### 5. Kornfarbe.

Es wurde in Kreuzung III Monomerie, in Kreuzung IV Dimerie gefunden. Bei der vulgare-Spelta-Kreuzung stand die Form des Kornes in deutlicher Beziehung zu den verschiedenen Übergängen vom Spelta- zum vulgare-Habitus. Die Ausprägung der Kornform, ob kantig wie beim Spelz oder bauchig und rundlich wie bei vulgare, hing ab von den verschiedenen Graden des Spelzenschlusses.

### 6. Gegenseitige Beziehungen der Merkmalspaare.

a) Ährentypus und Begrannung.

Eine Beziehung konnte nur in Kreuzung IV festgestellt werden. Es lag das Gametensystem vor: 1 SH- : 2 Sh : 2 sH : 1 sh.

b) Ährentypus Behaarung.

Kreuzung II wurde daraufhin untersucht. Beide Merkmalspaare vererben unabhängig voneinander.

c) Ährentypus-Spelzenfarbe.

In Kreuzung II lag freie Vererbung vor. In der vulgare-Spelta-Kreuzung dagegen wurden Koppelungserscheinungen gefunden nach dem Gametensystem 2 SB : 1 Sb : 1 sB : 2 sb.

d) Spelzenfarbe-Begrannung.

Kreuzung IV. Diese Beziehung ergab sich aus den korrelativen Verhältnissen der Gene B und h zu S. (vgl. S. 58).

---

## Literatur.


Ausborn, Mendelistische Weizenbastardierung. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, X, 1924.

Baur, Einführung in die experimentelle Vererbungslehre, 1922.

Ders., Grundlagen der Pflanzenzüchtung.

Cimbal, Weizenzüchtung. Deutsche landw. Presse, 1892.

Detzel, Über die Ährenformen des Weizens. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1915. Fühlings landw. Ztg., 1914.

Duckart, Faktorenanalyse einer Weizenkreuzung. Diss. Berlin 1922.

Edler, Ährenform des Square head-Weizens. Mitteilung der D. L.-G., 1903.

Ders., Über Ausartungen des Squarehead-Weizens. Ill. landw. Ztg., 1904.

Freemann, Koppelungen quantitativer Eigenschaften. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, Bd. 7, 1920.

Fruwirth, Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. Bd. I u. IV.

Goldschmidt, Einführung in die Vererbungswissenschaft.

Ders., Mendelismus.

Henkemeyer, Untersuchungen über die Spaltungen von Weizenbastarden in der $F_2$- und $F_3$-Generation. Diss. Göttingen 1915.

Howard, Vererbung einiger Eigenschaften bei Weizen. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1913 u. 1921.

Hummel, Ährenform von Weizen und Roggen. Illustr. landw. Ztg., 1911.

Johannsen, Elemente der exakten Erblichkeitslehre.

Kajanus, Genetische Studien an Weizen. Bibliotheca genetica, 1923.

Ders., Zur Genetik des Weizens. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1912.

Kiessling, Erbanalytische Untersuchungen über die Spelzenfarbe des Weizens. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1914.

Kihara, Zahl und Verhalten der Chromosomen bei einigen Weizen-Bastarden. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1922.

Lindhard, Zur Genetik des Weizens. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1922.

Liebscher, Über Beziehungen, die zwischen Form und Qualität der Ähre von Sqare head existieren. Landw. Presse, 1890.

Liebenberg, Studien über den Weizen. Mitteilung zur Förderung des landw. Versuchswesens in Österreich, 1893.

Mall, Ergebnisse verschiedener Getreidebastardierungen. Deutsche landw. Presse, 1911/12.

Möckel, Über eine Weizen-Spelz-Kreuzung. Diss. Berlin 1922.
Malinowski, Versuche mit Weizenbastarden. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1922.
Ders., Die Weizenbastarde. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1914.
Mayer-Gmelin, Die Bastardierungen von unbegranntem Spelz und braunspelzigem Essexweizen. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, Bd. 5, 1917.
Nilson-Ehle, Winterweizen-Arbeiten in Svalöf. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1913.
Ders., Zur Kenntnis der mit der Keimungsphysiologie des Weizens im Zusammenhang stehenden Faktoren. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1914.
Ders., Über Entstehung scharf abweichender Merkmale aus Kreuzung gleichartiger Formen des Weizens. Ber. d. deutschen Bot. Ges., Bd. 29.
Ohlmer, Über Einfluß der Düngung und Bodenfeuchtigkeit bei gleichem Standraum auf Anlage und Ausbildung der Kolbenformen des Göttinger begrannten Dickkopfs.
Ostwald, Farbschule.
v. Rümker, Beiträge zur Geschichte des Sqare head. Fühlings landw. Ztg., 1893.
Römer, Mendelismus und Bastardierung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Arbeiten der D. L.-G., 1914.
Rimpau, Kreuzungsprodukte landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Landw. Jahrb., 1891.
Sax, Chromosomenbeziehungen bei Weizen. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1923.
Stoll, Spelzweizenkreuzungen. Deutsche landw. Presse, 1899.
v. Seelhorst, Einfluß des Standorts auf die Entwicklung der Getreidearten. Jahrb. der D. L.-G., 1912.
Schindler, Getreidebau.
Strauss, Dominanz und Rezessivität bei Weizenbastarden. Diss. Göttingen.
Tschermak, Züchtung neuer Getreiderassen mittels künstlicher Kreuzung. Zeitschr. f. landw. Versuchswesen in Österreich, 1901.

Druck von Hermann Beyer & Söhne (Beyer & Mann) in Langensalza.

# Lebenslauf.

Am 15. Juni 1901 wurde ich, Konrad Meyer, als Sohn des Hauptlehrers Karl Meyer in Salzderhelden, Kreis Einbeck, geboren. Ich besuchte von 1911 bis 1920 das Realgymnasium in Einbeck. Nach bestandenem Abitur verbrachte ich meine landwirtschaftliche Lehrzeit in dem Betrieb des Herrn Hofbesitzers Füllberg in Dunsen, Kreis Gronau, Vom W.-S. 1921 an studierte ich in Göttingen Landwirtschaft und bestand im Herbst 1924 das landwirtschaftliche Diplomexamen und 1 Semester später die Spezialprüfung für Saatzuchtinspektoren.

Ich nahm an den Vorlesungen und Übungen der folgenden Herren Professoren teil: Tornau, Schmidt, Seedorf, Blank, Lehmann, Schermer, Berthold, Peter, Bitter, Voss, Stille, Pohl, Nohl, Oldenberg, Niedermeyer, Rippel.

Allen meinen verehrten Lehrern spreche ich meinen ehrerbietigsten Dank aus. Mein besonderer Dank gebührt aber Herrn Professor Dr. Tornau für die Anregung zu vorliegender Arbeit und die liebenswürdige Beratung und Unterstützung bei der Anfertigung.